



Учебное оборудование на базе технологий National Instruments

Асеев В.Ф., НПФ "Учприлад", г. Ровно

В результате многолетней совместной работы Ровенского предприятия "Учприлад", кафедры "Теоретическая механика" МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва) и Всероссийского научно-производственного объединения "Росучприбор" был создан автоматизированный комплекс (АЛК) для организации лабораторного практикума в ВУЗах по дисциплинам "Теоретическая механика" (ТМ) и "Теория колебаний" (ТК). Сотрудничество украинской фирмы и российских организаций действительно можно назвать плодотворным. Ведь достигнутый результат отвечает современному уровню организации учебного процесса и использования информационных технологий.

Каждая из лабораторных установок АЛК представляет собой программно-аппаратный комплекс, содержащий экспериментальную установку (прибор, стенд), воплощающую ту или иную теоретическую модельную задачу ТМ или ТК, и снабженную различного рода датчиками механических величин (сил, перемещений, скоростей и т.д.), аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и компьютером.

В основу построения АЛК заложен принцип выявления и исследования взаимосвязи между теоретическим описанием физического процесса (явления), результатами его математического моделирования и экспериментальным исследованием. Результаты экспериментов обрабатываются на компьютере и отображаются графически в реальном масштабе времени. С целью унификации аппаратно-программных решений в настоящем АЛК реализуется обеспечение лабораторных установок на основе аппаратно-программных средств фирмы National Instruments (США), а именно микросистемы сбора данных с интерфейсом USB NI 6008 и среды графического программирования LabVIEW.

Выбор платформы NI не случаен. Для решения задач измерений, визуализации, анализа, управления и т.п. технологии NI являются почти идеальными практически во всех отношениях (технические характеристики, функциональные возможности, цена, качество, сервисное обслуживание).

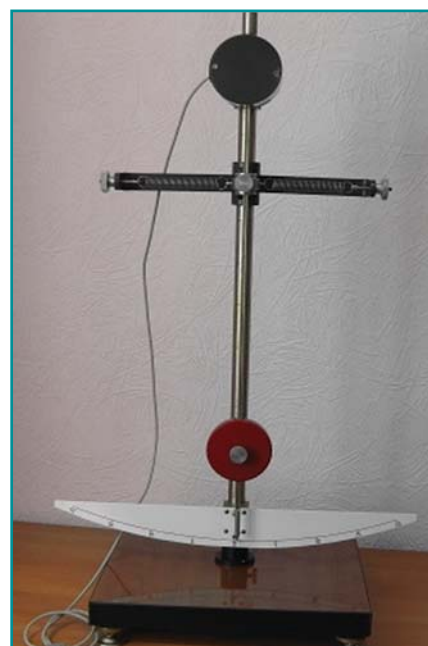
Комплекс АЛК состоит из 8 установок:

- "Физический маятник" (ТМл-1М);
- "Двойной маятник" (ТМл-2М);
- "Скатывание тел одинаковой массы и разными моментами инерции" (ТМл-3М);
- "Изучение гироскопического давления ("Бегуны")" (ТМл-4М);
- "Гироскоп" (ТМл-5М);
- "Динамические реакции подшипников" (ТМл-6М);
- "Колебания системы с инерциальным возбуждением" (ТМл-7М);
- "Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы" (ТМл-8М).

В качестве первичных преобразователей величин физических параметров в установках комплекса использованы три вида датчиков:

- измерение частоты и амплитуды колебаний маятников - резистивные датчики;
- измерение линейных перемещений - индуктивные датчики;
- измерение частот вращения приводов - оптические датчики.

Лабораторная установка "**Физический маятник**" включает в себя экспериментальный прибор в виде неподвижного основания, на котором закреплена стойка физического маятника. Сам маятник выполнен в виде стержня, шарнирно закрепленного одним своим концом на стойке. На стержне, в свою очередь, закреплены с возможностью переустановки по его длине груз и муфта крепления пружин, свободные концы которых фиксируются на стойке. В шарнирном узле крепления маятника размещен потенциометрический датчик, фикси-



рующий угол ϕ отклонения стержня от вертикали.

Лабораторная установка "**Двойной маятник**" предназначена для экспериментального и теоретического исследования колебаний парциальных систем и главных колебаний двойного маятника и включает в себя экспериментальный прибор. Этот прибор содержит однородный стержень, который прикреплен к неподвижному основанию при помощи шарнирного узла, имеющего горизонтальную ось. На нижнем конце этого стержня посредством шарнира с осью, параллельной оси верхнего шарнирного узла, закреплен второй стержень, к нижнему концу которого прикреплен груз. В шарнирных узлах расположены датчики, фиксирующие углы поворота стержней. В результате проведения экспериментов и обработки полученных результатов в данной установке определяются парциальные частоты и главные колебания. Строятся экспериментальные графи-



ки, которые сопоставляются с расчетными кривыми.

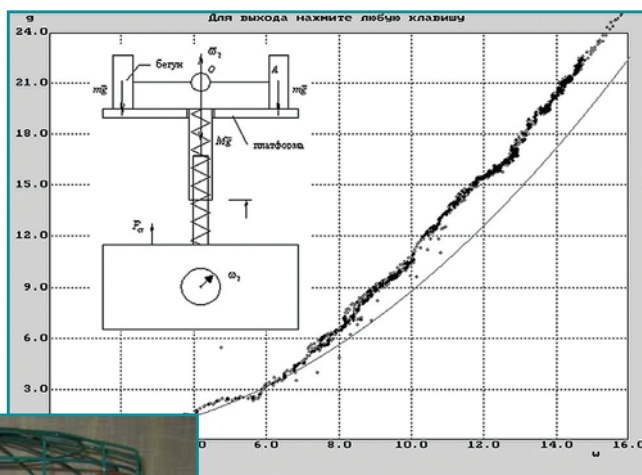
Установка **"Наклонная плоскость"** позволяет экспериментально изучать кинематические параметры плоскопараллельного движения по наклонной плоскости двух цилиндрических тел с одинаковыми массой и радиусом, но с разными осевыми моментами инерции. Она включает в себя прибор для экспериментального моделирования, снабженный оптическими датчиками положений центров масс тел. Движение тел (качение без скольжения) осуществляется в три этапа: вниз по прямолинейным направляющим под определенным углом к горизонту, затем по переходному криволинейному участку и вверх по прямолинейным направляющим, расположенным под другим углом к горизонту по сравнению с первым этапом движения. На каждом этапе движения тел определяются скорости движения их центров. Для теоретического расчета параметров движе-

который входит экспериментальная установка (прибор) - модель мельничных бегунов, шарнирно закрепленных на вертикальной оси, связанной с приводом вращения.

Бегуны приводятся во враще-



ние вокруг вертикальной оси с помощью электродвигателя и перекатываются по платформе, получая угловую скорость вокруг собственной оси, что приводит к появлению динамического (гироскопического) давления на подпружиненную платформу, по которой перекатываются бегуны. Прибор оснащен оптическим датчиком для измерения угловой скорости вращения "бегунов" (переносной угловой скорости ω_2) вокруг вертикальной оси и индуктивным датчиком осадки платформы, по которой перекатываются "бегуны". Перед проведением



$$N(r) = J_z * \omega_2^2 / R$$

Экспериментальные данные выводятся на экран дисплея в виде массива точек. В качестве примера на рисунке представлены результаты экспериментов на фоне теоретической кривой в виде тонкой сплошной линии.

В установке **"Двухстепенной гироскоп"** один конец оси ротора гироскопа шарнирно закреплен в горизонтальной рамке, а другой свободно на нее опирается. Сама



рамка снабжена приводом ее вращения относительно вертикальной оси. При изменении направления и величины скорости вращения рамки, т.е. прецессионного движения гироскопа исследуются соответствующие изменения гироскопического момента и положения оси ротора в вертикальной плоскости.

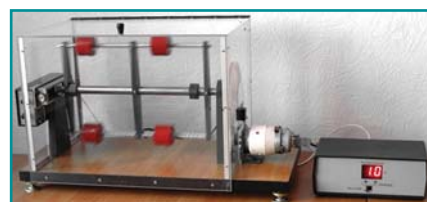
Лабораторная установка **"Динамические реакции подшипников"** предназначена для демонстра-

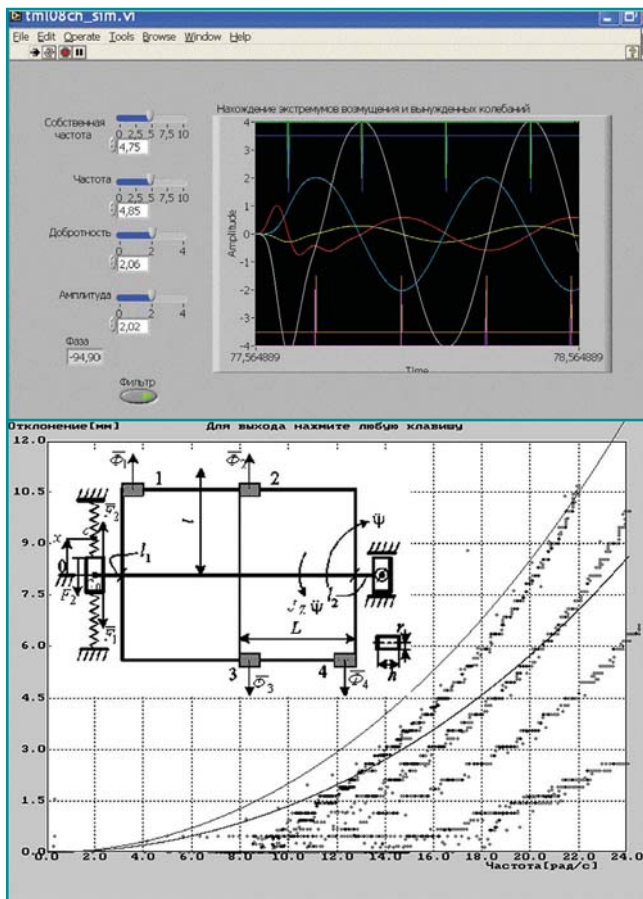


ния и обработки экспериментальных данных осевые моменты инерции J_{Cz} цилиндрических тел определяются с применением простейшей установки, на которой измеряют периоды крутильных колебаний данных тел и эталонного цилиндра.

Лабораторная установка **"Бегуны"** представляет собой комплекс, в

экспериментах проводится тарировка пружины с помощью мерных грузов, и определяются моменты инерции J_z "бегунов" на установке крутильных колебаний. С помощью этих данных строится теоретическая зависимость гироскопических давлений $N(r)$ от величины переносной угловой скорости ω_2 вращения "бегунов":





ци и исследова-
ния реакции под-
шипников в дина-
мически несба-
лансированной
механической
системе, предс-
тавляющей собой
рамку с грузами,
устанавливаемы-
ми в различных
положениях, при-
водимую посред-
ством электропр-
ивода во враще-
ние вокруг ее про-
дольной оси сим-
метрии.

Один из
подшипников
рамки установлен
с возможностью
перемещения в
горизонтальном,
перпендикуляр-
ном оси вращения
направлении и
снабжен центри-
рующими пружи-
нами. При измене-
нии угловой

скорости вращения рамки регистри-
руются пропорциональные дина-
мической реакции смещения.

Лабораторная установка "**Вы-
нужденные колебания механичес-
кой системы с инерционным воз-
мущением**" предназначена для
демонстрации и исследования харак-
теристик вынужденных колебаний
системы. Установка включает в себя
экспериментальный стенд с блоком
управления, состоящий из тележки,



USB пристрої збору даних

NI USB-6008/6009

аналоговий ввід 8SE/4DI, 12/14 біт
частота перетворення 10/48кГц,
аналоговий вивід 12біт, 2 канала,
32-х розрядний лічильник,
клемні з'єднувачі, USB кабель,
драйвер



NI USB-9233

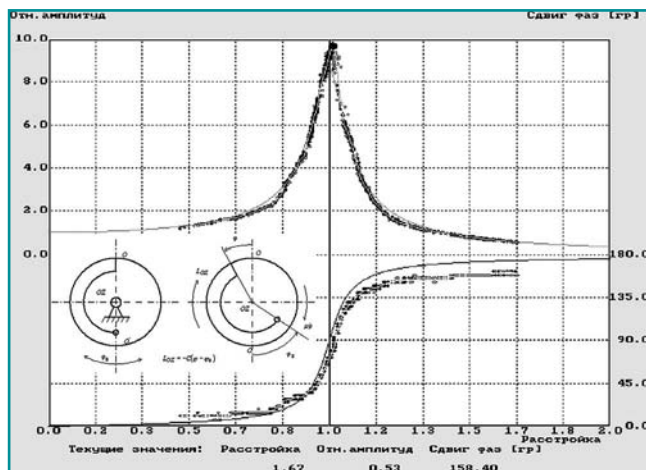
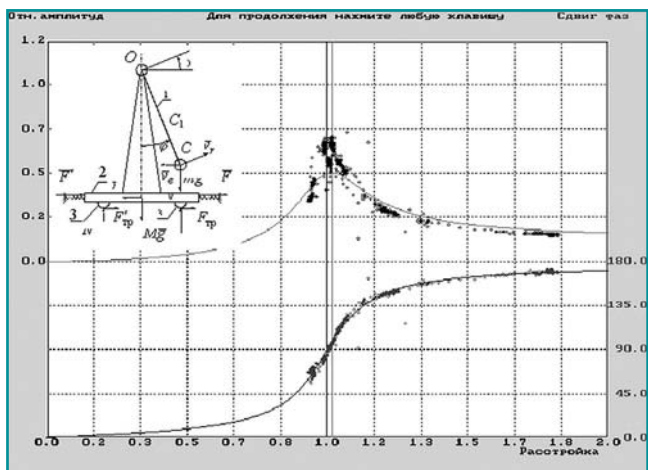
аналоговий ввід
віброакустичних сигналів,
4 канала, 24біт, 50кГц, 102дБ
підтримка IEPЕ датчиків



www.holit.ua
info@holit.ua

ХОЛИТ Дейта Системс

авторизований партнер фірми NATIONAL INSTRUMENTS в Україні



перемещающейся на неподвижном основании по направляющим (рельсам) в горизонтальном направлении, и закрепленного на тележке маятника, вращающегося вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной направлению движения тележки.

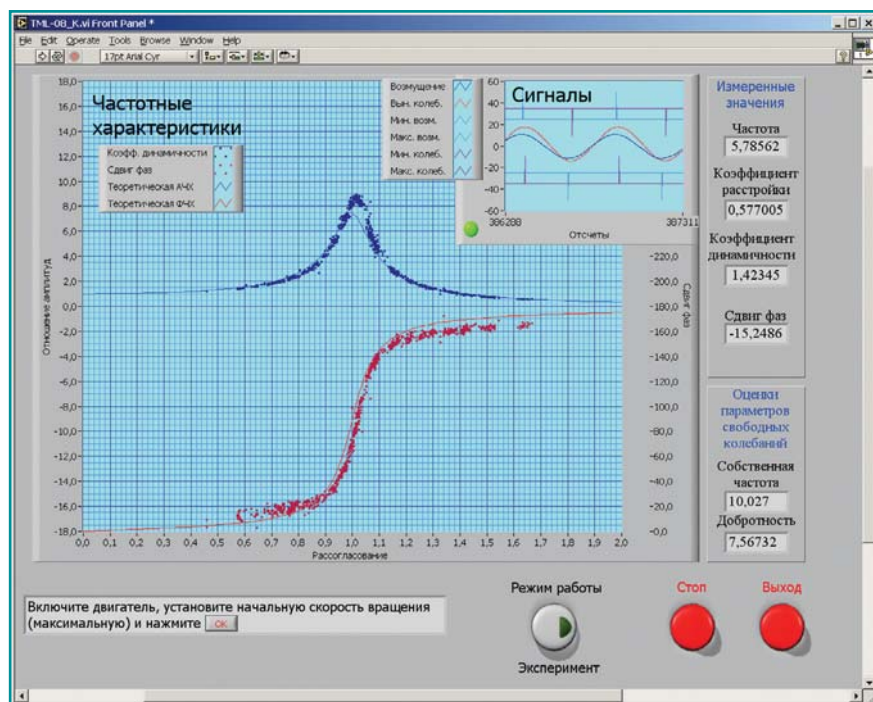
Лабораторная установка **"Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы"** предназначена для демонстрации и исследования характеристик вынужденных колебаний твердого тела (диска), вращающегося вокруг неподвижной оси, и содержит эксперимен-

тальный стенд с блоком управления. Стенд включает в себя электродвигатель, установленный на неподвижном основании и соединенный через муф-

ту, червячный редуктор и кривошипно-рычажный механизм с внешним концом спиральной пружины. Внутренний конец этой пружины закреплен на валу с твердым диском, чем обеспечивается передача возмущающего воздействия от двигателя диску. Теоретическая кривая строится на основе измеренных параметров установки. Экспериментальные точки и теоретическая кривая выводятся на экран дисплея компьютера.



Рассмотренный лабораторный комплекс позволяет экспериментально подтвердить теоретические положения дисциплин "Теоретическая механика" и "Теория колебаний". Проведение экспериментов на установках комплекса с одновременной обработкой результатов удобно и очень наглядно, при этом лабораторный практикум можно совместить с аудиторными упражнениями в студенческой группе. Данный АЛК включен в Требования к материально-техническому обеспечению учебного процесса по дисциплине цикла ЕС "Теоретическая механика", утвержденные Министерством образования Российской Федерации еще в 2002 году. Ну, а в Украине ... будем надеяться все еще впереди.



КОНТАКТЫ:

тел.: 8 (0362) 64-58-55
e-mail: uchprib@icc.ua