

УДК 004.358:377/378

А.Г. Ханин

## Программный имитатор измерительной информации с использованием продукции компании D-Link

Представлен вариант качественного улучшения образовательных программ в технических вузах, основанный на их сотрудничестве с организациями и фирмами. Приводится пример успешных партнёрских отношений компании D-Link с российскими образовательными учреждениями. Также приводится информация о научной работе автора, связанной с разработкой и исследованием методов и алгоритмов координатно-временных определений на основе программного имитатора измерительной информации.

**Ключевые слова:** инновации в образовании, сетевые технологии, имитационное моделирование, координатно-временные определения.

### Задачи совершенствования образовательных программ и эффективного развития технических вузов

Качественное улучшение образовательных программ в технических вузах, как показывает опыт, может основываться на сотрудничестве данных учебных заведений с организациями и фирмами. Подобные партнёрские отношения предполагают множество взаимных выгод.

Во-первых, для студентов это возможность получить более качественные и востребованные знания, практические навыки, реализовать в рамках научной деятельности или дипломных проектов свои умственный и творческий потенциал, получить социальную поддержку в виде возможных именных стипендий и грантов, иметь лучшие возможности будущего трудоустройства.

Во-вторых, для вузов это реальная возможность перенять от компаний практический опыт, разработки и технологии, интегрировав всё это в учебный процесс. Появляется возможность совершенствования на качественном уровне образовательных программ, лабораторий и классов, регулярного повышения квалификации преподавателей. Всё это даёт учебным заведениям инновационное развитие, дополнительную рекламу и, как следствие, преимущество на рынке образовательных услуг.

В-третьих, для самих компаний сотрудничество с образовательными учреждениями – это, прежде всего, инвестиции в собственное развитие. У организаций и фирм появляются возможности поиска молодых и талантливых кадров непосредственно в вузах, содействия в их обучении с последующим привлечением на работу после получения дипломов, повышения квалификации собственных сотрудников на базе созданных совместными усилиями лабораторий, классов и учебных центров, дополнительной рекламы.

### Инициативы компании D-Link в области высшего образования

Примеров успешных партнёрских отношений между техническими вузами и ведущими фирмами достаточно много [1–3]. Заинтересована в партнёрстве и международная компания D-Link. Являясь ведущим мировым производителем сетевого оборудования, компания D-Link параллельно разрабатывает и развивает собственные образовательные проекты, направленные на сотрудничество с учебными заведениями не только высшего, но и среднего профессионального образования с целью формирования в них благоприятной информационно-образовательной среды для подготовки высококвалифицированных специалистов.

Для эффективного обучения студентов сетевым технологиям компания D-Link совместно с квалифицированными преподавателями ведущих учебных заведений России занимается разработкой оригинальных учебных материалов. Например, совместно с преподавателями МГТУ им. Н.Э. Баумана в 2011 г. издано учебное пособие «Построение коммутируемых компьютерных сетей» с грифом УМО для направления «Информатика и вычислительная техника» [4]. Также изданы и активно используются в образовательных процессах вузов-партнёров учебные пособия по коммутаторам локальных сетей, беспроводному оборудованию и IP-телефонии [4–6]. В 2012 г. планируется издание учебного пособия по технологиям межсетевое экранирование и безопасности вычислительных сетей, которое разрабатывается совместно с преподавателем факультета ВМК МГУ им. М.В. Ломо-

носова. Готовится к изданию учебное пособие «Основы сетевых технологий», разработанное совместно с Уральским федеральным университетом им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина.

Не менее важным является руководство курсовым и дипломным проектированием студентов сотрудниками D-Link, которые зачастую являются по совместительству штатными сотрудниками профильных кафедр. В ходе их выполнения студенты решают практические задачи, позволяющие им гораздо лучше ориентироваться в производственной специфике.

Для приобретения практических навыков работы с сетевым оборудованием компания D-Link способствует организации производственной практики студентов на базе региональных офисов и лабораторий сетевых технологий.

Одной из наиболее плодотворных форм работы с вузами компания D-Link считает участие в научно-практических конференциях в области телекоммуникаций, которая способствует «живому» контакту представителей компании со студентами и преподавателями, необходимому для корректирования направлений сотрудничества.

Уникальным мероприятием для студентов учебных заведений профессиональной подготовки является ежегодная Международная олимпиада в сфере информационных технологий «IT-Планета», в которой компания D-Link традиционно отвечает за разработку и оценку заданий в номинации «Протоколы, сервисы, оборудование». За победу в финале Олимпиады соревнуются студенты учебных заведений России, Украины, Казахстана, Белоруссии и Узбекистана.

Автор успешно реализует образовательные проекты компании D-Link в учебных заведениях Сибирского федерального округа и ведёт сотрудничество с такими вузами региона, как Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ), Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнева (СибГАУ), Омский государственный технический университет (ОмГТУ).

Особо стоит отметить партнерские отношения с Новосибирским государственным университетом экономики и управления (НГУЭУ). В рамках подготовки специалистов по направлению «Информационная безопасность» автором был разработан учебный курс «Безопасные информационные технологии», который в большей степени содержит фундаментальные знания в области информационной и сетевой безопасности.

#### **Программный имитатор измерительной информации, внедрение результатов научно-исследовательской работы в преподавательскую деятельность**

Довольно часто партнерские отношения развиваются между компаниями и научно-исследовательскими институтами. Например, для тестирования программного имитатора ModBis24, в разработке которого автор принял активное участие, компания D-Link предоставила Сибирскому научно-исследовательскому институту метрологии (ФГУП СНИИМ) необходимое сетевое оборудование для проведения вычислительных экспериментов и научных исследований. В свою очередь, имитатор ModBis24 послужил основой для курса лабораторных работ, проводимого на кафедре систем сбора и обработки данных в НГТУ. Поскольку данная работа стала частью научно-исследовательской деятельности автора, рассмотрим её более детально.

Программный имитатор ModBis24 – это пакет прикладных программ, предназначенный для имитирования траекторных измерений, т.е. математического расчета информативных параметров движения спутников космических навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. В имитаторе рассчитывается движение орбитальной группировки навигационных спутников, задаётся сеть беззапросных измерительных станций (БИС), рассчитываются геометрические дальности от спутников до станций и имитируются факторы, влияющие на точность траекторных измерений.

Метод имитационного моделирования, положенный в основу пакета ModBis24, предполагает использование нескольких математических моделей. Кратко рассмотрим их.

Движение НС описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}[\mathbf{x}(t), \mathbf{s}(t), \mathbf{w}(t)], \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0, \quad (1)$$

где  $\mathbf{x}(t)$  –  $N_x$ -мерный вектор текущих навигационных параметров спутника;  $\mathbf{f}[\ ]$  –  $N_x$ -мерная известная гладкая вектор-функция;  $\mathbf{s}(t)$  –  $N_s$ -мерный вектор действующих на объект моделируемых возмущений;  $\mathbf{w}(t)$  –  $N_w$ -мерный вектор возмущений случайной природы.

Уравнение беззапросных траекторных измерений в общем виде представляется равенством

$$\mathbf{z}(t) = \mathbf{h}[\mathbf{x}(t), \mathbf{p}(t), \mathbf{v}(t)], \quad (2)$$

где  $\mathbf{z}(t)$  –  $n$ -мерный вектор данных траекторных измерений;  $\mathbf{h}[\ ]$  – известная гладкая вектор-функция;  $\mathbf{p}(t)$  –  $N_p$ -мерный вектор моделируемых влияющих факторов;  $\mathbf{v}(t)$  –  $N_v$ -мерный вектор погрешностей измерений случайной природы.

Основным информативным параметром траекторных измерений является геометрическая дальность от НС до приёмной антенны БИС, определяемая по известной формуле

$$\rho(\mathbf{u}_{НС}, \mathbf{u}_{БИС}) = \sqrt{(x_{НС} - x_{БИС})^2 + (y_{НС} - y_{БИС})^2 + (z_{НС} - z_{БИС})^2}, \quad (3)$$

где  $\mathbf{u}_{НС}^T = [x_{НС}, y_{НС}, z_{НС}]$  и  $\mathbf{u}_{БИС}^T = [x_{БИС}, y_{БИС}, z_{БИС}]$  – векторы текущих координат НС и координат БИС соответственно.

Принципиальным моментом при оценивании с помощью имитатора ModBis24 траектории движения НС является её сравнение с опорной (реальной) траекторией  $\mathbf{x}_\delta(t)$  и анализ относительного движения НС  $\Delta\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}(t) - \mathbf{x}_\delta(t)$  вдоль этой опорной траектории. Опорная траектория может быть получена на основе информации, транслируемой с борта НС. Это позволяет применить линеаризованное уравнение для описания относительного движения НС:

$$\Delta\dot{\mathbf{x}}(t) = \frac{\partial \mathbf{f}(t)}{\partial \mathbf{x}_\delta} \cdot \Delta\mathbf{x}(t) + \frac{\partial \mathbf{f}(t)}{\partial \mathbf{s}_\delta} \cdot \Delta\mathbf{s}(t) + \frac{\partial \mathbf{f}(t)}{\partial \mathbf{w}} \cdot \Delta\mathbf{w}(t), \quad \Delta\mathbf{x}(t_0) = \Delta\mathbf{x}_0 \quad (4)$$

и линеаризованное уравнение беззапросных траекторных измерений

$$\mathbf{Z}(t) = \frac{\partial \mathbf{h}(t)}{\partial \mathbf{x}_\delta} \cdot \Delta\mathbf{x}(t) + \frac{\partial \mathbf{h}(t)}{\partial \mathbf{p}_\delta} \cdot \Delta\mathbf{p}(t) + \frac{\partial \mathbf{h}(t)}{\partial \mathbf{v}} \cdot \Delta\mathbf{v}(t), \quad (5)$$

где  $\mathbf{s}_\delta(t)$  и  $\mathbf{p}_\delta(t)$  – некоторые опорные представления возмущений и влияющих факторов.

Действующие на НС моделируемые возмущения  $\mathbf{s}(t)$  и факторы  $\mathbf{p}(t)$ , влияющие на точность измерений, можно представить в виде двух групп.

Первая группа объединяет возмущения (гравитационное воздействие на НС Луны и Солнца, нецентральность гравитационного поля Земли) и факторы (задержка навигационного сигнала в ионосферном слое, погрешность от релятивистских эффектов, смещения фазовых центров приёмной и передающей антенн), которые представляются математическими моделями с определёнными параметрами. Это позволяет рассчитать компенсирующие поправки для возмущений  $\mathbf{s}(t)$  и факторов  $\mathbf{p}(t)$  первой группы и ввести эти поправки в уравнение движения (1) и уравнение измерений (2).

Вторая группа включает возмущения (от радиационного давления на НС солнечного излучения) и факторы (уход бортовых часов и часов БИС, задержки навигационного сигнала в ионосферном и тропосферном слоях, изменения параметров вращения Земли), которые могут быть представлены согласующими математическими моделями с неопределёнными параметрами.

Основная идея, отражённая в математической модели, заключается в дополнении линеаризованного уравнения движения НС (4) согласующими математическими моделями возмущений  $\mathbf{s}(t)$  и факторов  $\mathbf{p}(t)$  второй группы и в оценивании вектора состояния  $\mathbf{X}^T(t) = (\Delta\mathbf{x}^T(t), \Delta\mathbf{s}^T(t), \Delta\mathbf{p}^T(t))$  расширенного объекта

$$\dot{\mathbf{X}}(t) = \mathbf{A}(t) \cdot \mathbf{X}(t) + \mathbf{B}(t) \cdot \mathbf{W}(t), \quad \mathbf{X}(t_0) = \mathbf{X}_0 \quad (6)$$

на основе данных траекторных измерений  $\mathbf{Z}(t)$  с помощью тех или иных алгоритмов оценивания. В уравнении (6)  $\mathbf{A}(t), \mathbf{B}(t)$  – матрицы согласующих математических моделей для возмущений  $\mathbf{s}(t)$  и факторов  $\mathbf{p}(t)$ .

Обобщённая математическая модель программного имитатора ModBis24 с высокой точностью воспроизводит реальную модель группировки НС и сети БИС. Имитатор имеет удобный графический интерфейс для упрощения процедуры изменения параметров и визуализации результатов (рис. 1).

Для автора разработанный программный имитатор стал научно-исследовательским инструментом, позволяющим реализовать на своей основе различные методы и алгоритмы оценивания и восстановления измерительной информации, а также провести их сравнительный анализ. Полученные оценки погрешностей КВО в виде аналитических выражений позволили провести выбор параметров алгоритмов и режимов проведения измерений из условий достижения требуемой точности КВО.

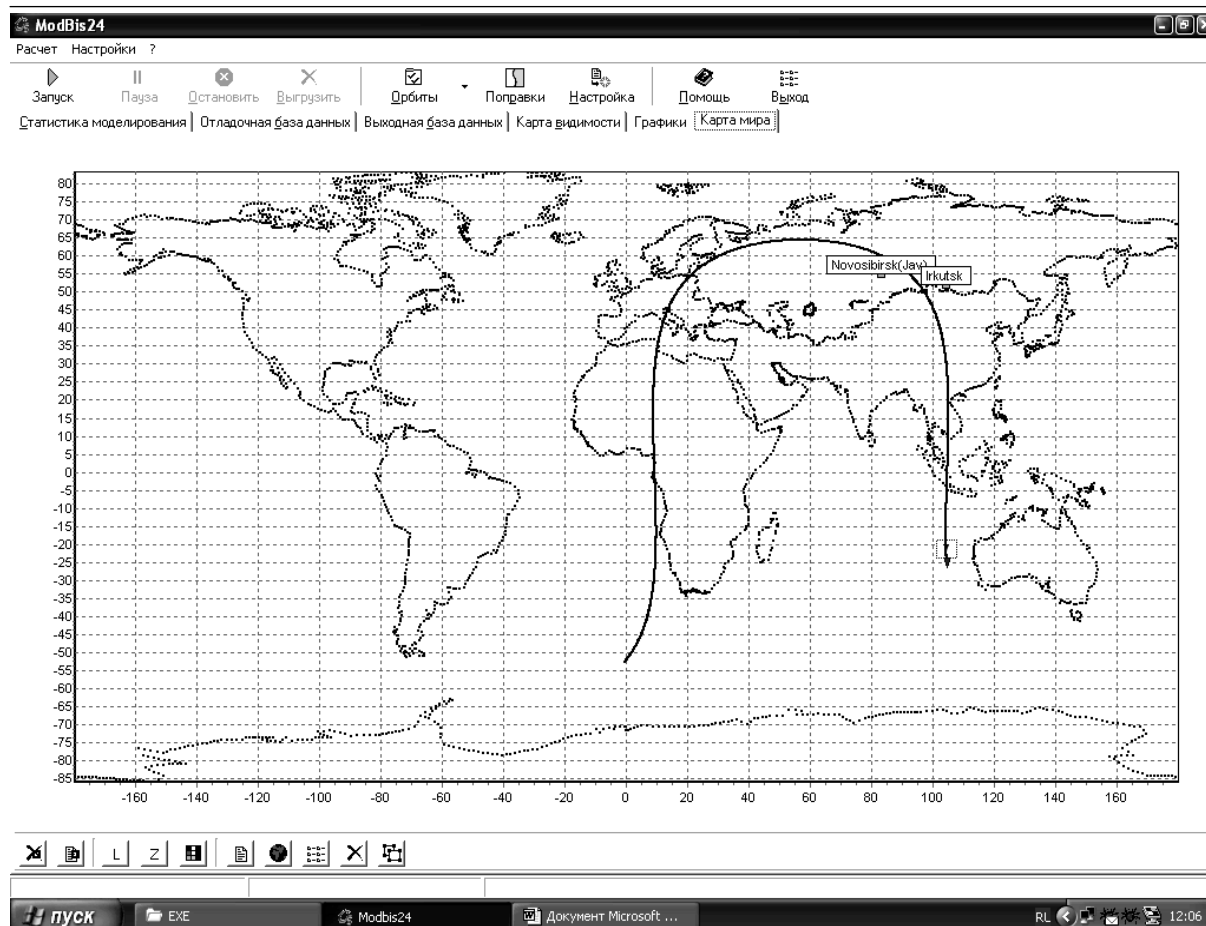


Рис. 1. Пример графического отображения траектории движения НС в имитаторе ModBis24

Результатом научно-исследовательской работы стали полученные рекуррентные алгоритмы на основе калмановской и медианной фильтраций и их программные приложения. Данные алгоритмы позволяют провести предварительную обработку данных траекторных измерений, а также обеспечивают исключение выбросов и пачек выбросов из состава данных, гладкое восполнение пропущенных данных и идентификацию скачков фазовой неоднозначности в фазовых измерениях.

Курс лабораторных работ, основанный на программном имитаторе ModBis24, позволяет студентам изучить:

- накопленные методики и алгоритмы моделирования массивов траекторных измерений НС;
- обобщенные принципы накопления, формирования и предварительной обработки информации;
- влияние на измерения отдельных параметров, факторов и возмущений.

### Заключение

В заключении хотелось бы отметить, что представленные инициативы по совершенствованию образовательных программ на основе сотрудничества с организациями и фирмами дают очень хорошие результаты. Как показал опыт, это необходимо в первую очередь для студентов. Учащиеся проявляют повышенный интерес к получению актуальных знаний и практических навыков, которых им действительно не хватает в процессе обучения, проявляют больше инициатив и стремлений в учебе. Кроме этого, будущие выпускники заинтересованы и в том, чтобы проявлять себя как можно лучше перед потенциальными работодателями.

Научно-исследовательская работа автора, построенная на программном имитаторе и оборудовании компании D-Link, позволила провести отработку технологий траекторных измерений ГЛОНАСС и GPS. Полученные с помощью имитатора ModBis24 эталонные орбиты навигационных спутников и соответствующие этим орбитам данные траекторных измерений позволили провести исследование алгоритмов восстановления параметров движения НС. Кроме этого, программный имитатор получил внедрение в образовательный процесс технического вуза.

Возможно, изложенная в статье информация заинтересует представителей вузов, а также послужит хорошим примером для других фирм и организаций, желающих развивать собственные образовательные проекты и сотрудничество с вузами. Это весьма эффективная мировая практика, которая несёт в себе инновационное развитие системы профессионального образования и в России.

#### *Литература*

1. Горвиц Ю.М. Инициативы ORACLE для поддержки инновационного образования школьников и студентов // Сб. избранных тр. VI Междунар. науч.-практ. конф.: учеб.-метод. пособие; под ред. В.А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2011. – С. 76–77.
2. Сушков С.А. Реализация традиционных образовательных программ в рамках Microsoft IT Academy // Тр. Второй Всерос. науч.-практ. конф. «Интегративный характер современного математического образования». – Самара: ПГСГА, 2009. – С. 296–300.
3. Дуго С.М. Развитие сотрудничества фирмы «1С» со сферой образования // Сб. тр. 8 открытой Всерос. конф. «Преподавание ИТ в России». – Петрозаводск, 2010.
4. Смирнова Е.В. Построение коммутируемых компьютерных сетей: учеб. пособие / Е.В. Смирнова, А.В. Пролетарский, И.В. Баскаков, Р.А. Федотов. – М.: Национальный открытый университет «ИНТУИТ»: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 367 с.
5. IP-телефония в компьютерных сетях: учеб. пособие / И.В. Баскаков, А.В. Пролетарский, С.А. Мельников, Р.А. Федотов. – М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 184 с.
6. Беспроводные сети Wi-Fi: учеб. пособие / А.В. Пролетарский, И.В. Баскаков, Д.Н. Чирков и др. – М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 215 с.

---

#### **Ханин Андрей Геннадьевич**

Ассистент и соискатель каф. автоматике Новосибирского государственного технического университета, менеджер по образовательным проектам компании D-Link  
Тел.: 8 (383) 355-41-51  
Эл. почта: akhanin@dlink.ru

Khanin A.G.

#### **The software simulator of measurement data with the use of products of D-Link Company**

A variant submitted of qualitative improvement of educational programs at technical Universities, based on cooperation with organizations and companies. The example submitted of successful partnership of D-Link Company with Russian Universities. The author also tells about his scientific work related to research methods and algorithms for the coordinate-time determinations, based on the software simulator of measurement information.

**Keywords:** innovations in Education, network technologies, simulation modeling, coordinate-time determinations.

---