



2014
№1-2 (49-50)
Январь – Июнь

НОВОСТИ

Академии навигации и управления движением

РАСШИРЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

С 13 по 19 апреля 2014 г. группа студентов старших курсов прошла стажировку в Технологическом университете Карлсруэ (Karlsruhe Institute of Technology – КИТ). В состав участников вошли: аспирант ЦНИИ «Электроприбор» и ассистент кафедры ИНС Национального исследовательского университета ИТМО А.В. Моторин, магистранты 1-го курса Ю.А. Андрияков, В.С. Юманов (кафедра ИНС НИУ ИТМО) и студентки 4 курса А.А. Акимова и М.С. Зеленина (кафедра СУИ ИТМО), а также магистрант 2-го курса кафедры ЛИНС С.-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» А.Н.Дзюба. Это уже вторая стажировка такого рода, первая состоялась в апреле прошлого года. Научное руководство стажировками осуществляют члены АНУД – профессор Г. Троммер, возглавляющий Институт оптимизации систем при университете Карлсруэ, и заместитель заведующего кафедрой ИНС профессор О.А. Степанов. Финансирование стажировки в этом году осуществлялось совместными усилиями ЦНИИ «Электроприбор» (А.В. Моторин, Ю.А. Андрияков, В.С. Юманов), НИУ ИТМО (А.А. Акимова, М.С. Зеленина) и ЛЭТИ (А.Н. Дзюба).



Слева направо: Г. Шольц, В. Юманов, А. Моторин, Г. Троммер, М. Зеленина, А. Дзюба, А. Акимова, Ю. Андрияков

Стажировке предшествовала длительная подготовка, заключавшаяся в изучении заданий практического курса «Оптимизация систем», разработанного в КИТ. В ходе стажировки студенты выполнили практические тесты, разработанные под руководством проф. Г.Троммера для студентов кафедры систем оптимизации. Эти задания выполняют все магистранты, обучающиеся в КИТ по курсу навигации.

Суть заданий состоит в разработке отдельных скриптов в MatLab, объединение которых с другими уже готовыми программными модулями позволяет решить определенную задачу, например, моделирование алгоритмов работы приемника спутниковой или инерциальной навигационной системы. Студентам ИТМО было необходимо выполнить задания по трем темам: обработка изображений, основы спутниковой навигации и дифференциальная спутниковая навигация. В ходе прохождения лабораторного практикума удалось не только получить требуемые результаты, но и на глубоком уровне проанализировать затронутые темы, а также вопросы, выходящие за рамки курса. Важным итогом стало усвоение студентами знаний по обработке изображений и спутниковой навигации, что позволило им открыть для себя новые области для реализации научного потенциала.

Кроме практических занятий ассистенты проф. Г.Троммера рассказали о некоторых разработках института, в частности о работах по навигации и управлению полетом квадрокоптера с использованием таких технологий, как лазерное сканирование и обработка видеоизображений. Аспирант Георг Штольц провел демонстрационные полеты прототипов разрабатываемых квадрокоптеров.

Для участников стажировки была организована экскурсия по кампусу КИТ, которую провела сотрудница международного отдела Елена Пфайфер. Экскурсия позволила узнать об организации учебного процесса студентов КИТ и структуре университета. Наибольший интерес вызвала библиотека кампуса с круглосуточным режимом работы и автоматизированной системой контроля выдачи и приема книг.

В свободное время удалось осмотреть достопримечательности Карлсруэ и посетить близлежащие города – Страсбург и Баден-Баден. Оба города впечатлили своей красотой.

Отрадно отметить, что сотрудничество с КИТ расширяется. Во-первых, заключено рамочное соглашение между КИТ и НИУ ИТМО, на этапе подписания соглашение между кафедрой ИНС и Институтом оптимизации систем, предполагающее частичное финансирование взаимных поездок молодых исследователей в КИТ и в ИТМО. Важно также упомянуть о предстоящем международном семинаре «Навигация и управление движением», основными его участниками станут представители КИТ и лучшие участники недавно прошедшей конференции молодых ученых.

Для каждого из участников эта поездка стала познавательной в научном отношении, послужила мотивацией к дальнейшей работе, а также помогла расширить свои представления о жизни студентов и молодых ученых за границей.

В заключение от имени нашей делегации хочу выразить признательность за эту стажировку всем, кто содействовал ее реализации.

А. В. Моторин

НОВЫЕ ЧЛЕНЫ АКАДЕМИИ

Любимов В.В., ФГБОУ ВПО «Самарский гос. аэрокосмический ун-т им. акад. С.П. Королева», г. Самара.

Новиков А.И., ОАО «Центральный научно-исследовательский ин-т автоматики и гидравлики», Москва

Мачехин П.К., ОАО «Ижевский электромеханический завод «Купол», г. Ижевск.

Шукалов А.В., ОАО «Электроавтоматика», Санкт-Петербург.

Секции молодых ученых

Литвиненко Ю.А., НИУ ИТМО, ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург.

Михеев С.В., ФГБОУ ВПО «Самарский гос. аэрокосмический ун-т им. акад. С.П. Королева», г. Самара.

ЕВРОПЕЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НАВИГАЦИИ ENC-GNSS 2014

15–17 апреля 2014 г. в Роттердаме в помещении Всемирного торгового центра прошла очередная Европейская конференция по навигации ENC-GNSS 2014, собравшая 286 участников из 31 страны мира. Уже из самого названия конференции следует, что она посвящена в основном специфике использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). И действительно, лишь 21 доклад из 147 не был посвящен проблемам, связанным с ГНСС-технологиями.



Всемирный торговый центр, Роттердам

Главным достижением европейского сообщества в развитии ГНСС-технологий, как следует из материалов конференции, является ожидаемый в ближайшее

время переход системы «Галилео» из стадии «In Orbit Validation» (IOV), пред назначенной для подтверждения точностных характеристик системы с использованием реальных орбитальных данных, в стадию «Full Operation Capability» (FOC), означающую полное развертывание системы с обеспечением всех заявленных ее возможностей. Начало тому должен положить запуск в ближайшее время из района Куру ракетой «Союз» двух спутников FOC, о чем сообщила в своем докладе представительница Европейского космического агентства **Паскаль Флагель**.

Результатам, полученным разработчиками «Галилео» на стадии IOV, было посвящено еще 5 пленарных докладов.

На фоне фанфар, звучавших на конференции по поводу «Галилео», значительно скромнее прошел доклад представителя КНР **Ки Джоа**, в котором он рассказал о состоянии дел с ГНСС «БейДоу», по многим параметрам опередившей разработку «Галилео». В настоящее время в составе системы имеется 14 космических аппаратов, а сама система находится в фазе перехода из системы региональной, обслуживающей потребителей прилежащих к КНР стран, в глобальную, что предполагается завершить к 2020 г., когда в системе будет 35 рабочих аппаратов.

Вместе с тем, несмотря на существенные успехи в развитии ГНСС, на конференции широко обсуждалась проблема устойчивости получаемых результатов к подавлению сигналов ГНСС (*jamming*) и намеренному искажению данных (*spoofing*), передаваемых спутниками ГНСС. Именно поэтому на пленарном заседании был поставлен почти часовой доклад представителя оборонного ведомства Нидерландов **Э. Тойниссена**, название которого может быть переведено как «Итак, Вам кажется, что Вы находитесь в безопасности».

В своем докладе он упомянул, что уже в 1997 г. на авиасалоне в Москве было продемонстрировано, что самый примитивный 4-ваттный передатчик способен подавить сигнал GPS в радиусе 200 км. Использование же технологии *spoofing*, позволяющей вводить преднамеренную помеху в псевдодальности до спутников, приводит к возможности привести, например, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), навигация которого осуществляется с использованием приемника сигналов ГНСС, в любую заданную точку, что и было продемонстрировано в 2010 г., когда БПЛА, принадлежащий США, был посажен на территории Ирана.

В связи с выше изложенным, пожалуй, самым популярным термином, звучавшим на конференции, являлось слово *resilient*, которое в данном случае лучше всего перевести, как «помехоустойчивый». Поиску таких решений было уделено достаточное число докладов, в которых изначально отмечалось, что «Галилео», например, не может «подстраховать» GPS, так как в этих системах используются схожие спутниковые технологии, один и тот же частотный диапазон и маломощный сигнал.

Начало обсуждения этой проблемы было положено докладом **Н. Уорда**, отметившего, что единственной системой, которая удовлетворяет требованию по помехоустойчивости и может выступить реальной альтернативой использованию ГНСС, является радионавигационная система (РНС) eLoran, пришедшая на смену системе Loran-C. Связано это прежде всего с тем, что если ГНСС работают в гигагерцовом диапазоне частот и их сигнал не превышает 500 ватт (для отечественной ГЛОНАСС), то eLoran работает на частоте 100 килогерц и излучает сигнал мощностью 250 киловатт, в силу чего невозможно создать такому сигналу эффективную помеху на удалении от ставящего ее передатчика.

О развитии системы eLoran в США и Европе сообщил **Ж. Офферманс**. Погрешность выработки UTC в системе eLoran, как было установлено по испытаниям в США, не превышает 100 нс в общем случае и 50нс в том случае, если используются корректирующие поправки, вырабатываемые контрольными станциями.

Погрешность выработки координат исследовалась в Европе, где установлено 9 передающих станций РНС Loran-C в Великобритании, Франции, Германии, Дании и Норвегии, 3 из которых уже переоборудованы под требования системы eLoran. До конца года будут не только переоборудованы остальные, но и введены 7 контрольных станций. Разработчики не сомневаются, что при этом в 95% случаев погрешность системы не превысит 10 м, что задано IMO в качестве требования к ГНСС для обеспечения прибрежного плавания и плавания на территории гаваней.

Не мог не коснуться обсуждаемой проблемы и отец GPS **Брэд Паркинсон**, сделавший по этому вопросу концептуальный доклад. В сложившихся условиях автор предлагает предпринять безотлагательные меры по обеспечению гарантированного координатно-временного обеспечения в любой точке земного шара в любой момент времени и формулирует для этого основные положения выдвигаемой им программы «Protect, Toughen and Augment». Программа эта предполагает следующее: защиту всеми доступными методами сигнала, излучаемого GPS и прочими ГНСС (Protect), резкое повышение помехоустойчивости приемников GPS (Toughen), использование систем-дополнений GPS, а также альтернативных GPS PNT-датчиков (Augment).

Не обошла вниманием конференция и проблему борьбы с намеренным искажением данных ГНСС (spoofing), о чём впервые заговорили в 2001 году. Из представленных на конференции сообщений на эту тему наибольший интерес вызвал доклад **Дж. Каррена**, посвященный обсуждению предполагаемого к внедрению в ГНСС «Галилео» алгоритма, сводящегося к аутентификации сигнала, передаваемого спутниками системы, в приемнике потребителя, с тем чтобы отличить его от сигнала, генерируемого «злоумышленником».

Были представлены, пусть и не в большом количестве, сообщения, посвященные проблеме ИНС/ГНСС-комплексированию, из которых необходимо выделить доклад **Р. Жерло**, явившийся результатом совместных работ сотрудников фирм Septentrio, специализирующейся на разработке ГНСС-приемников, и iXBlu – мирового лидера разработки ИНС на волоконно-оптических гироскопах (ВОГ). В докладе рассматривалась проблема мобильного картографирования местности, требующего субметрового определения координат, в процессе которого используется ГНСС-приемник, работающий в кинематическом режиме (RTK-режим) и обрабатывающий фазовые измерения, сопровождающиеся необходимостью устранять содержащиеся в них неоднозначности.

В рассматриваемом докладе предлагается, сохранив структуру обработки информации, характерную для «слабосвязанной» системы, когда ИНС имеет фильтр Калмана, а ГНСС-приемник – отдельный навигационный фильтр, использовать некоторые преимущества «сильносвязанной» процедуры. С этой целью, сохранив присущую «слабосвязанной» процедуре обработку данных ГНСС-приемника в фильтре Калмана ИНС, вводится так называемый SIGIL-интерфейс (Septentrio-iXBlue-GNSS-Inertial-Link). С его применением в интервале между двумя навигационными решениями в навигационном фильтре ГНСС-приемника используются не данные о местоположении объекта, вырабатываемые в фильтре в режиме прогноза, как это делается в «слабосвязанной» системе, а поступающие из ИНС реальные «приращения» координат, вырабатываемые гораздо точнее. Это позволяет не только резко повысить в приемнике надежность контроля поступающих на вход спутниковых сигналов, искаженных, например, переотражениями, но и, в частности, существенно (до 10 раз при точном ВОГ) сузить область поиска при решении задачи устранения многозначности в случае фазовых измерений.

В докладе приведены результаты испытаний, в процессе которых использовались ИНС ATLANS-C на ВОГ средней точности фирмы iXBlue и приемник AsteRx3 фирмы Septentrio, работающие в режиме RTK, а эталонная траектория строилась с использованием прецизионных ИНС MARINS фирмы iXBlue и приемника фирмы Trimble в режиме постобработки. При проведении испытаний на открытой местности как с привлечением SIGIL-интерфейса, так и без него, что соответствует работе аппаратуры в «слабосвязанном» варианте, предельная погрешность местоопределения составила 5 см. В том же случае, когда испытания проводились в районе плотной городской застройки, предельная погрешность с привлечением алгоритма SIGIL составила 30 см, а без него – 45 см, что подтвердило высокую эффективность предложенной процедуры.

Б. С. Ривкин

ПЕРВЫЙ ЭТАП XVI КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «НАВИГАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ»

11–14 марта в ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» состоялся первый этап XVI конференции молодых ученых «Навигация и управление движением». Он прошел при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением» (АНУД), Национального исследовательского университета ИТМО (Университет ИТМО), Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» и Санкт-Петербургской группы Российской Национального комитета по автоматическому управлению.



На заседании конференции

Программный и организационный комитеты конференции возглавил начальник научно-образовательного центра ЦНИИ «Электроприбор» д.т.н. профессор О.А. Степанов. В программный комитет вошли д.ф.-м.н. проф. Е.И. Веремей (СПбГУ), д.т.н. проф. А.А. Бобцов (Университет ИТМО), д.т.н. А.М. Боронахин (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), к.т.н. А.С. Ковалев (ЦНИИ «Электроприбор», Университет ИТМО), к.ф.-м.н. Н.В. Михайлов (ГУАП, СПб.), к.т.н. А.С. Кремлев (Университет ИТМО), д.т.н. проф. В.Я. Распопов (Тульский государственный университет), д.т.н. проф. Ю.В. Филатов (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), д.т.н. И.Б. Фуртат (Институт проблем машиноведения РАН, СПб.), к.т.н. Е.В. Шевцова (МГТУ им. Н.Э.Баумана). Заместитель председателя организационного комитета – к.т.н. Ю.А. Литвиненко (ЦНИИ «Электроприбор»).

В работе конференции приняли участие 318 человек. Было заслушано 135 докладов от представителей 42 организаций из 11 городов: Москва, Санкт-Петербург, Арзамас, Долгопрудный, Екатеринбург, Иркутск, Королев Моск. обл., Раменское Моск. обл., Саратов, Снежинск, Минск (Республика Беларусь). Участие белорусских молодых ученых – новое в истории конференции.

Доклады были распределены по 12 секциям: «Гирокопические системы», «Теория и системы управления», «Обработка информации в гидроакустике и радиолокации», «Информационные технологии на пред-

приятиях навигационного приборостроения», «Обработка информации в навигационных системах», «Прикладные задачи навигации и управления движением», «Чувствительные элементы инерциальных навигационных систем», «Интегрированные и спутниковые навигационные системы», «Электронные и электромеханические устройства систем навигации и управления», «Микромеханические датчики, системы и технологии», «Интеллектуальное управление в робототехнических системах», «Современные методы и технологии проектирования в приборостроении».

На пленарных заседаниях были представлены четыре обзорные лекции. В день открытия конференции Президент АНУД академик РАН В.Г.Пешехонов прочел лекцию **«О современных тенденциях развития гирокопической техники»**. Лекция почетного члена Международного института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE Fellow) д.т.н. проф. А.Л.Фрадкова (Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург) была посвящена актуальному для молодых ученых вопросу: **«Как выйти на международный уровень научной работы»**. Действительный член АНУД д.т.н. Б.Р.Андреевский (Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург) представил обзор на тему **«Задачи и методы навигации и управления формациями беспилотных летательных аппаратов»**. Лекция члена секции молодых ученых АНУД к.т.н. С.В. Арановского (Университет ИТМО) была посвящена адаптивным методам подавления синусоидальных возмущений.

В рамках конференции прошел первый этап отбора по программе «Участник молодежного научно-исследовательского конкурса» («УМНИК»). Из трех представленных докладов экспертный совет рекомендовал два для участия во втором этапе программы: **«Микрооптический гирокоп»** (Е.В. Шалымов, СПбГЭТУ «ЛЭТИ») и **«Перспективная автоматизированная система информационного обеспечения испытаний гирокопических приборов»** (А.И.Баландин, Е.В.Шаховцев, Филиал ФГУП «ЦЭНКИ» – «НИИ ПМ им. акад. В.И. Кузнецова», Москва).

По результатам работы каждой секции авторы лучших докладов были награждены дипломами и денежными премиями. Дипломы I степени получили 10 участников, дипломы II степени – 14 участников, поощрительные дипломы – 11 участников, дипломы за лучший студенческий доклад – 6 участников.

Подводя итоги конференции, О.А.Степанов отметил, что с этого года конференция «Навигация и управление движением» индексируется в российской базе научного цитирования (РИНЦ) – единственная из проводимых в нашей стране конференций молодых ученых.

По материалам отчета ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор» о конференции