

УДК 625.08

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ

© 2014 Р.В. Загретдинов¹, Р.Л. Сахапов², Т.Р. Габдуллин²

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет

² Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Поступила в редакцию 19.03.2014

В статье авторы анализируют состояние и перспективы развития системы глобального спутникового позиционирования, исследуют эффективность применения спутниковых систем управления строительной техникой, показывают изменения в современной структуре глобальных и региональных навигационных спутниковых системах. Сделаны рекомендации внедрения передового зарубежного и отечественного опыта создания технологических платформ.

Ключевые слова: навигационные системы, строительная техника, 2D и 3D системы, региональные спутниковые системы, производительность

Актуальность исследуемой проблемы.

Системы управления строительной техникой – современное средство автоматизации контроля и управления строительной техникой на протяжении всех этапов производства земляных и дорожных работ. Цель применения заключается в достижении максимального соответствия проекту со значительной экономией средств и времени. При этом обеспечивается сокращение расходов на инженерные работы, экономия топлива, увеличение моторесурса машин. Наиболее эффективными являются комплексы управления с использованием спутниковых систем GPS / ГЛОНАСС. Подготовленный проект в цифровой форме загружается в бортовой компьютер, под управлением которого рабочий орган машины автоматически устанавливается и удерживается в положении, соответствующем проекту. Таким образом, минимальным количеством проходов и с точностью до 2-х сантиметров в плане и нескольких миллиметров по высоте в максимально короткие сроки может быть подготовлена поверхность любой сложности. Весь процесс управления рабочим органом машины берет на себя автоматика, а оператору требуется только правильно выбрать параметры работы. Компоненты систем созданы специально для работы в жестких условиях строительства, имеют надежную и защищенную конструкцию и не требуют практически никакого технического обслуживания.

Сахапов Рустем Лукманович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Дорожно-строительные машины». E-mail: rustem@sakharov.ru
Загретдинов Ринат Вагизович, кандидат технических наук, доцент. E-mail: rzckpfu.ru@mail.ru
Габдуллин Талгат Ривгатович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Дорожно-строительные машины». E-mail: talgat2204@mail.ru

Основная идея использования системы управления строительной техникой – определение положения и управление рабочим органом машины непосредственно в процессе земляных работ с целью копирования проекта на местности с максимально возможной точностью. По принципу задания и использования проектной информации системы управления подразделяются на 2D и 3D. Преимущества использования систем 3D GPS очевидны: нет необходимости в сложном выносе в натуру (машина уже работает с проектными данными) и тщательном контроле, т.к. последний обеспечивается непосредственно в процессе выполнения самих земляных работ. Разработанные компанией TOPCON системы управления строительной техникой в целом не только снижают непосредственные расходы строительства, гарантируют высокое качество результатов работы, дают то самое недостающее звено по автоматизации процесса производства от съемки и подготовки проекта до его выноса в натуру и ежедневного выполнения работ. Это сводит на нет шансы допустить ошибку на протяжении всех этапов строительства.

Использование системы управления строительной техникой кардинально меняют производство строительных работ, которое определяется следующими преимуществами:

- снижение доли инженерных работ (вынос в натуру, полевой контроль);
- подготовка проектной поверхности за меньшее количество проходов;
- точность выполнения земляных работ: 1-2см;
- автоматический вывод проектных уклонов;
- экономия топлива и моторесурса техники;
- уменьшить расход материалов;
- значительное увеличение производительности;
- простая настройка и работа с системой.

Таким образом, обеспечивается значительное увеличение эффективности и продуктивности производства земляных работ, достигается принципиально новые рубежи качества и точности реализации проектов со значительной экономией времени и средств.

Материал и методика исследований. В последние годы в дополнение к функционирующим в рабочем режиме глобальным навигационным системам GPS и ГЛОНАСС активно присоединяются другие глобальные и региональные навигационные спутниковые системы. К их числу следует отнести, прежде всего, частично развернутую китайскую систему BEIDOU (BDS) и находящуюся на стадии испытаний европейскую навигационную систему GALILEO. Запущены первые навигационные спутники региональных систем QZSS (Япония) и IRNSS (Индия). Кроме того, навигационные системы первого поколения GPS и ГЛОНАСС постоянно находятся в стадии модернизации, включающей в себя добавление новых сигналов, в том числе и на новых несущих частотах (L5 – GPS и L3 – ГЛОНАСС). Появление новых навигационных систем, сигналов и несущих частот требует создания унифицированных форматов хранения данных, прежде всего формат RINEX и протоколов передачи данных в реальном времени (RTCM, CMRx и др.).

Основная часть. Решению этих задач и был посвящен проект M-GEX – Multi-GnssEXperiment, реализованный международной службой IGS (International GNSS Service) в 2012 г. [1]. Текущие задачи эксперимента M-GEX включают в себя:

- запустить сеть слежения за навигационными спутниками разных группировок;
- сделать общедоступными данные слежения (RINEX данные);
- экспериментирование с потоками данных и различными сигналами;
- оценка качества оборудования и оценка сигналов различных систем;

Будущие задачи эксперимента (средне-перспективные):

- замена IGS сети приемниками мульти-ГНСС;
- создание мульти-ГНСС продуктов.

Первые итоги эксперимента M-GEX были подведены в июле 2012 г. Были выработаны рекомендации для сообщества пользователей высокоточных ГНСС систем [2]. В настоящее время в проекте M-GEX участвует около 75 станций ГНСС, в том числе только одна из России KZN2 (Казань, КФУ, приемник Trimble NetR9). Надо отметить, что приемники Trimble NetR9 наилучшим образом подходят под цели проекта, поскольку принимают все доступные на сегодня

типы сигналов от различных ГНСС, и почти половина станций участвующих в проекте M-GEX используют именно такие приемники. Данные станции KZN2 активно используются сообществом специалистов в области ГНСС для исследования качества сигналов как европейской системы GALILEO [1], так и китайской BEIDOU [3]. В отдельные моменты число одновременно наблюдаемых спутников различных ГНСС достигает более 40 спутников (рис. 1). Через 3-5 лет после полноценного развертывания систем GALILEO, BEIDOU и QZSS, число одновременно наблюдаемых на станции спутников будет более 50-ти.

При обработке синхронных наблюдений в режиме постобработки или РТК измерений, получаемых приемниками типа Trimble NetR9, R9 GNSS, R8-IV GNSS, одновременно в решении может быть задействовано до 25 навигационных спутников различных систем. Такие приемники позволяют вести высокоточные геодезические работы в самых сложных условиях (глубокие овраги, горные расщелины, городские каньоны) недоступных в недавнем прошлом для каких-либо спутниковых определений.

Так, при испытаниях в июне 2013 г. связки приемников Trimble NetR9 и R9 GNSS в Казани в РТК решении одновременно использовалось до 20 спутников, в том числе 4-5 спутников китайской системы BEIDOU. Таким образом, уже сегодня использование китайских спутников весьма эффективно, поскольку число участвующих в РТК решении спутников увеличивается на 20-25 процентов. Особенно эффективным использование таких приемников и технологий может быть в восточных регионах России, где к спутникам системы BEIDOU добавляется и первый спутник японский квази-зенитный системы QZSS. Большим достоинством спутников квази-зенитных систем является их достаточно длительное пребывание в около зенитной области небосвода, что позволяет наблюдать их как в условиях сильно залесенной местности, так и в условиях плотной высотной застройки.

Можно уверенно прогнозировать, что через 3-5 лет после полноценного развертывания систем GALILEO, BEIDOU и QZSS число одновременно наблюдаемых на станции спутников будет более 50-ти. Машины, оснащенные такой системой управления, будут получать большее количество уверенных сигналов, смогут свободно перемещаться по всему рабочему объекту, выполняя подготовку поверхности с более высокой точностью в плане и по высоте в любое время суток и в любую погоду, что пропорционально скажется на росте производительности дорожно-строительной техники.

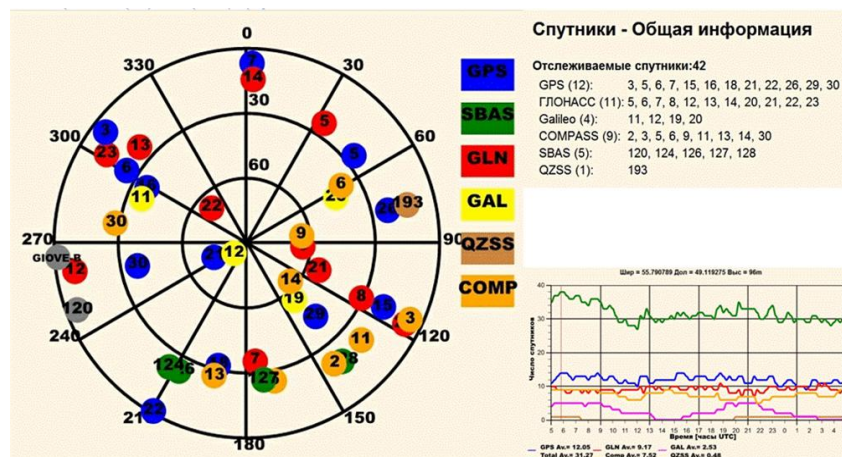


Рис. 1. Спутники – Небосвод Казань, пункт KZN2, 16.01.13, 05:10 UTC

Созданный на кафедре «Дорожно-строительные машины» КГАСУ Международный образовательный центр регулярно проводит международные семинары-совещания с приглашением ведущих зарубежных специалистов для руководителей предприятий дорожной отрасли РТ, где большое внимание уделяется демонстрации современных систем глобального позиционирования, применяющихся на современных дорожно-строительных машинах (рис. 2.) [4].



Рис. 2. Модели системы управления строительной техникой

Выводы: использование современных систем управления строительной техникой позволит эффективно внедрять передовой зарубежный опыт создания технологических платформ, основанных на соединении трех факторов: внутреннего спроса, интеллектуального капитала и новейших отечественных и зарубежных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Montenbruck, O. Getting a Grip on Multi-GNSS / O. Montenbruck, C. Rizos, R. Weber et al. // The International GNSS Service MGEX Campaign. – GPS World. July 2013. P. 44-49.
2. <http://igs.org> Сайт International GNSS Service.
3. Montenbruck, O. From China with Love – The BeiDou Navigation System. – Satellite Navigation Seminar, TUM, 14 May 2013.
4. Сахапов, Р.Л. Сотрудничество университетов и бизнеса в условиях перехода к инновационной экономике / Р.Л. Сахапов, С.Г. Абсалямова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. 2013. №3 (79). С. 143-149.

MODELING THE CONTROL SYSTEMS OF ROAD-BUILDING MACHINERY

© 2014 R.V. Zagretdinov¹, R.L. Sakhapov², T.R. Gabdullin²

¹ Kazan (Pre-Volga) Federal University

² Kazan State Architectural and Building University

In article authors analyze a state and prospects of development the system of global satellite positioning, investigate efficiency of application the satellite control systems of building machinery, show changes in modern structure of global and regional navigation satellite systems. Recommendations of introduction the best foreign and domestic practices of creation the technological platforms are made.

Key words: navigation systems, building machinery, 2D and 3D systems, regional satellite systems, productivity

Rustem Sakhapov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department “Road-building Machines”. E-mail: rustem@sakhapov.ru; Rinat Zagretdinov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. E-mail: rzckpfu.ru@mail.ru; Talgat Gabdullin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department “Road-building Machines”. E-mail: talgat2204@mail.ru