

## ТЕХНОЛОГИЯ GNSS И ЕЕ ИНТЕГРАЦИЯ С ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ КЫРГЫЗСТАНА

*Бул макалада глобалдык орунду аныктоочу жана навигациялык спутник системаларын (GPS, GNSS) колдонуунун суроолору жана перспективасы, алардын Кыргызстандын Мамлекеттик геодезиялык тармагы менен интеграцияланышы каралган.*

*В данной статье рассмотрены вопросы применения и перспективы глобальных спутниковых систем позиционирования и навигации (GPS, GNSS), их интеграция с Государственной геодезической сетью Кыргызстана.*

*The use of the global satellite positioning and navigation systems (GPS, GNSS), their prospective and integration with the State Geodetic Network of Kyrgyzstan are considered.*

Термин «Глобальные спутниковые системы навигации» (GNSS – ГНСС) постепенно вытесняет ранее используемый термин GPS - глобальные спутниковые системы позиционирования. Современные технологии позволяют использовать разные глобальные спутниковые системы позиционирования для более точного и надежного определения местоположения и направления различных подвижных и статичных объектов в режиме реального времени. GNSS позволяет использовать недорогие и небольшие приемники спутниковых сигналов для навигации, высокоточного и надежного позиционирования, используя действующие системы GPS (США) и ГЛОНАСС (РФ). В настоящее время идет тенденция к тому, что основные существующие и проектируемые глобальные спутниковые системы позиционирования (GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, COMPASS/BEIDOU) будут использовать системы координат и сигналы спутников, которые могут быть приняты и обработаны системой GNSS, предназначенной для решения сугубо гражданских задач.

Недостатками для гражданских пользователей существующих систем (GPS и ГЛОНАСС) является то, что они предназначены в первую очередь для решения военных задач. В то же время они (в первую очередь GPS) все шире используются в гражданских целях, таких как навигация самолетов, вертолетов, кораблей, железнодорожного и автотранспорта, для позиционирования и мониторинга и во многих других областях. Все растущая зависимость этих жизненно важных областей от функционирования военных спутниковых систем вынуждает разработать такую систему навигации, которая была бы независима от какой-то определенной системы и имела определенную степень автономности. Создаваемая Европейским Союзом Глобальная спутниковая система GALILEO является гражданской системой, и это позволит повысить надежность гражданских систем спутникового позиционирования и в первую очередь GNSS. Использование нескольких спутниковых систем также повышает точность навигации и позиционирования, так как GNSS использует все принимаемые спутниковые сигналы (на сегодняшний день - GPS, ГЛОНАСС и GALILEO, в будущем COMPASS и др.) для позиционирования и навигации.

Международная служба GNSS (IGS) была создана 1982 году в качестве добровольного объединения, членами которого сегодня являются более 200 организаций из 80 стран, для обеспечения высокоточного и надежного сервиса навигации, в целях науки и техники, для решения различных прикладных задач гражданского назначения и образования с использованием сети GNSS с более 350 станциями IGS /1/.

Принципы действия всех спутниковых систем позиционирования концептуально аналогичны и отличаются некоторыми аспектами технической реализации. В их основе -



Рис.1. Космический сегмент GPS /2/

группировки спутников на круговых орбитах. Система GPS делится на три сегмента: космос, управление и пользователь. Сегмент космоса состоит из спутников, которые осуществляют передачу сигналов GPS (рис.1). Сегмент управления состоит из наземных станций приема сигнала. Они находятся по всему миру и получают сигналы со спутника, синхронизируют их с атомными часами, которые расположены на спутнике и корректируют передаваемые спутником данные, а также орбиты спутников. Сегмент пользователя представляет собой GPS-приемник, который используется в гражданских или военных целях.

В настоящее время полностью действующей спутниковой системой является только GPS, разработанная Министерством обороны США. Она основана на системе навигационных спутников «NavStar», ее ядро составляют 24 спутника (всего 30 на 23.11.2008 г.) фирмы Rockwell International, расположенные на высоких орбитах свыше 20000 км /2/. Круглые сутки над любой точкой земной поверхности находится не менее 5 спутников, период их обращения 12 часов. Для гражданского применения система является открытой, то есть плата за использование спутников не взимается.

Действует Российская спутниковая система ГЛОНАСС (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система), которая принадлежит Российским Аэрокосмическим Силам. Она принята на вооружение ВМФ и других видов ВС РФ в сентябре 1993 г. и к концу 1995 г. была доведена до штатного состава - 24 спутника. В настоящее время (на 23.05.2009 г.) используются по целевому назначению только 18 спутников «ГЛОНАСС-М» из 20 имеющихся, что недостаточно для глобальной спутниковой навигации, полная группировка в составе действующих 24-х спутников должна быть развернута в 2010 году /3/. Но ГЛОНАСС уже сегодня является одной из двух действующих систем, обеспечивая значительную поддержку функционированию GNSS, увеличивая ее точность и надежность. Например, EPN – Европейская сеть GNSS (EUREF), которая сгущает сеть IGS, имеет 212 постоянных станций GNSS, из которых 87 являются станциями, принимающими сигналы обеих систем GPS/ГЛОНАСС /4/.

Основными компонентами GNSS сегодня являются комбинация двух существующих спутниковых систем (GPS и ГЛОНАСС) со спутниковыми и наземными вспомогательными системами. Спутниковые вспомогательные системы (SBAS) обеспечивают точность и надежность определенному региону с помощью наземных станций и спутников. Станции, расположенные на точках с координатами, определенными с высокой точностью, принимают сигналы спутников, обрабатывают и определяют их погрешности, далее уточненные данные передают пользователям через спутники системы (рис.2). В качестве примеров таких систем можно привести WAAS (Wide Area Augmentation System) в США, EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) в Европе, MSAS (Multi-Functional Satellite Augmentation System) в Японии и GAGAN (Geosynchronous Augmented Navigation System) в Индии.

Наземные вспомогательные системы (GBAS) имеют такой же принцип работы, но они передают уточненные данные пользователям через радиопередающие станции или Интернет. В качестве примера можно привести систему LAAS (Local Area Augmentation System), которая используется во многих аэропортах в качестве всепогодной вспомогательной системы, дополнительно к спутниковым системам, для обеспечения безопасности приземления и вылета самолетов, которая может продолжать работать автономно в случае снижения точности или недоступности сигналов с одного или нескольких спутниковых систем.

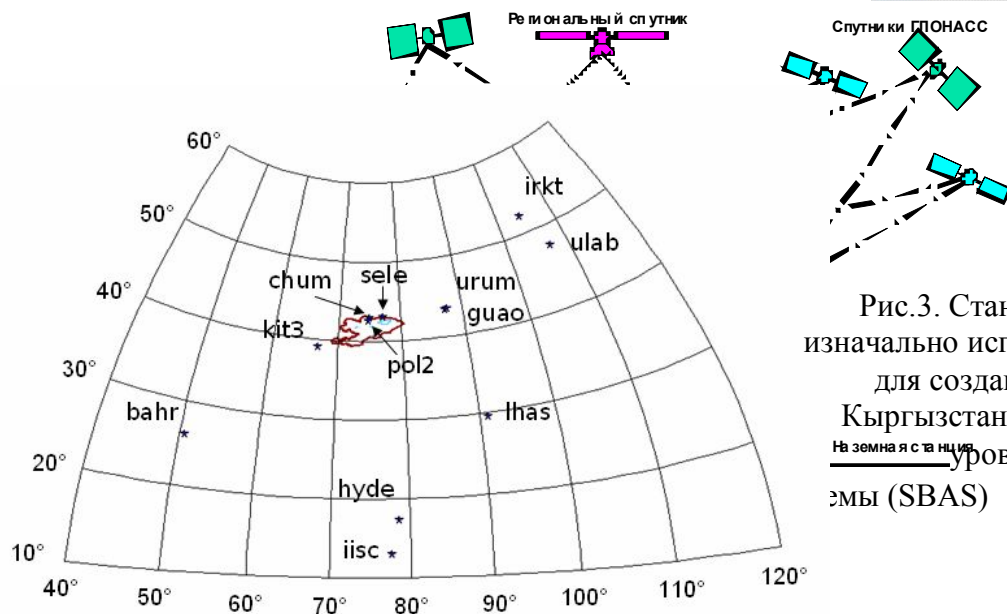


Рис.3. Станции IGS, изначально использованные для создания сети Кыргызстана нулевого уровня (SBAS)

Геодезическая основа на территории Кыргызской Республики обеспечивается Государственной геодезической сетью (ГГС), являющейся носителем государственной системы геодезических координат. ГГС представляет собой совокупность геодезических пунктов в общей для них системе геодезических координат, закрепленных на местности специальными центрами, обеспечивающими их долговременную сохранность и устойчивость. Существующая Государственная геодезическая сеть является фрагментом общей ГГС бывшего СССР. В связи с развитием GPS и GNSS возникла острая необходимость ее трансформации в Международную земную систему координат (International Terrestrial Reference Frame - ITRF), являющуюся реализацией системы координат WGS-84 на определенную эпоху.

Государственная геодезическая сеть по своей структуре реформируется по принципу перехода от общего к частному и реализуется с использованием системы GPS (NAVSTAR, США), а также других методов космической геодезии. В ходе совершенствования национальной геодезической сети Кыргызстана предусмотрено создание:

- системы постоянных (референц) станций GPS/GNSS;
- спутниковой геодезической сети 0-го порядка;
- спутниковой геодезической сети 1-го порядка.

Государственной геодезическо-картографической службой Кыргызстана (Госкартография КР) определены сети нулевого и первого порядка с опорными пунктами в системе координат ITRF, с декартовыми координатами X, Y, Z на эпоху 2006-09-13 ITRF 2005. Уравнивание координат пунктов системы производилось, в основном, в рамках проекта «Укрепление земельного администрирования в Кыргызстане» в сотрудничестве с Национальной земельной службой Швеции (Swedesurvey).

Государственная сеть Кыргызстана из 6 пунктов нулевого и 67 пунктов первого порядка (GPS) была создана в 2005-2007 гг. /5/. Для уравнивания пунктов сети нулевого порядка были использованы 12 станций IGS, для окончательных расчетов использованы ближайшие пять (GUAO, KIT3, CHUM, POL2 и SELE. Рис.3). Постоянная референц-станция KYRG из имеющихся трех (KYRG, OSH, KYZYL-SUU) была использована связующей при уравнивании сети нулевого порядка. Предпосылками предоставления пользователям полного комплекса сервиса GNSS на всей территории страны является дальнейшее сгущение сети с новыми пунктами и станциями GPS/ГЛОНАСС, которые в дальнейшем могут быть использованы в системе GNSS.

Технологии GNSS приобретают все возрастающее применение во всем мире, в том числе в Кыргызстане. В качестве примеров можно привести следующие виды применения этих технологий:

1. Авиатранспорт – навигация, приземление самолетов и управление в аэропортах.

2. Железнодорожный и автотранспорт – навигация, контроль скорости движения, управление дорожным движением, логистика.
3. Снижение риска стихийных бедствий – мониторинг за геодинамикой Земли, плотинами ГЭС, оползне- и лавиноопасными участками, потенциальными прорывами горных озер и дамб, системы раннего оповещения и т.д.
4. Строительство – перманентный мониторинг специальных зданий и сооружений, автоматизация работы строительных машин.
5. Геодезия и картография – высокоточная и эффективная топографическая съемка и создание цифровой модели местности.
6. Динамический мониторинг загрязнения окружающей среды, состояния ледников, уровня моря, озер и рек.
7. Сельское хозяйство – автоматизация работы сельскохозяйственных машин, повышение качества труда, снижение трудоемкости и др.

Кыргызстан также принимает участие в расширении сети станций IGS /6/. В настоящее время в стране действует одна станция – POL2, входящая в сеть IGS и обеспечивающая более точную навигацию и позиционирования в регионе (рис.4 и 5).

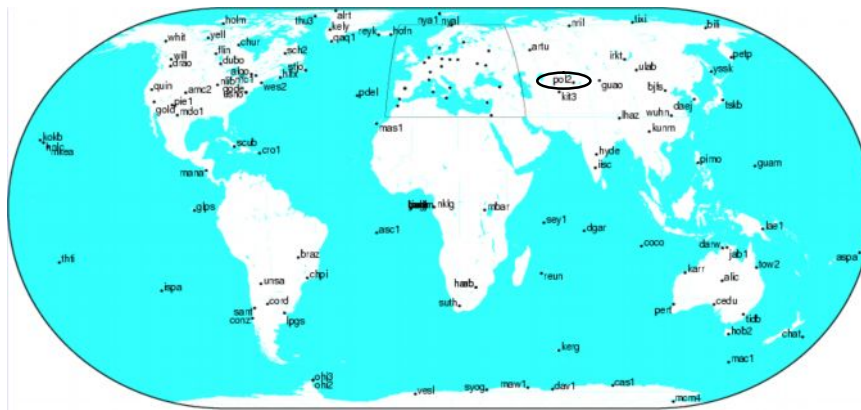


Рис.4. Глобальная сеть действующих станций IGS (в кружочке указана станция POL2) /6/

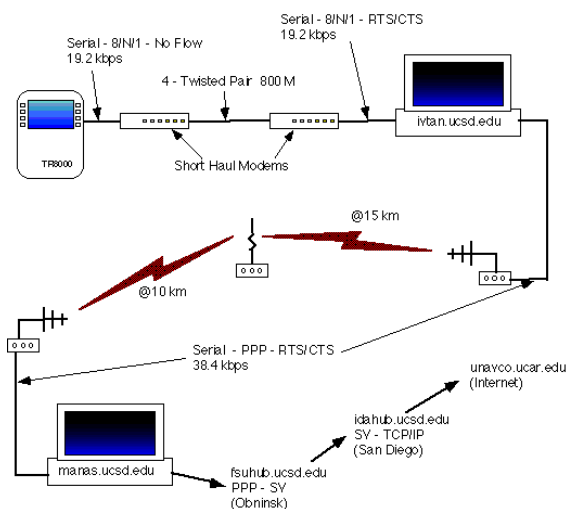


Рис.5. Станция POL2 и ее система передачи данных

Использование новых технологий навигации и позиционирования полностью меняет традиционные технологии геодезической и картографической производств, очень повышает эффективность и снижает трудоемкость работ. Одной из причин, препятствующих более широкому внедрению технологий GNSS в Кыргызстане и в других

странах региона, является недостаток высококвалифицированных специалистов, имеющих глубокие знания в технологиях GPS и GNSS.

Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова (КГУСТА) готовит кадры с высшим образованием по направлению «Геодезия». В рамках Международного проекта ТЕМПУС JEP-25129-2004 «Образование в геодезии и геоинформатике», реализованного на базе КГУСТА в 2005-2007 гг., была разработана новая дисциплина «Технология GNSS» и введена в качестве специальной дисциплины Учебного плана магистратуры по направлению «Геодезия». Также разработаны новые дисциплины по спутниковой геодезии, дистанционному зондированию Земли и программы повышения квалификации специалистов, работающих с применением технологий спутниковой геодезии.

В настоящее время реализуется проект создания Съёмочной геодезической сети КГУСТА, состоящей из 15 пунктов (первая очередь), основанной на Международной системе координат ITRF. СГС КГУСТА будет использоваться в подготовке кадров с применением технологии GNSS при сотрудничестве с Государственной геодезическо-картографической службой Кыргызстана, научно-исследовательскими институтами, IGS и другими организациями и университетами, а также для научных исследований.

Пункт № 1 новой сети представляет собой железобетонный тур с жестко укрепленным на нем стеновым винтом (5/8") с крышкой для установки антенны GPS, одновременно служащим в качестве центра пункта (рис. 6). На верхней поверхности тура также имеется стандартная марка, которая используется при тахеометрической съемке и нивелировании. Остальные пункты сети представляют собой стандартные марки, которые будут заложены и забетонированы на местности или на стенах зданий согласно проекту.



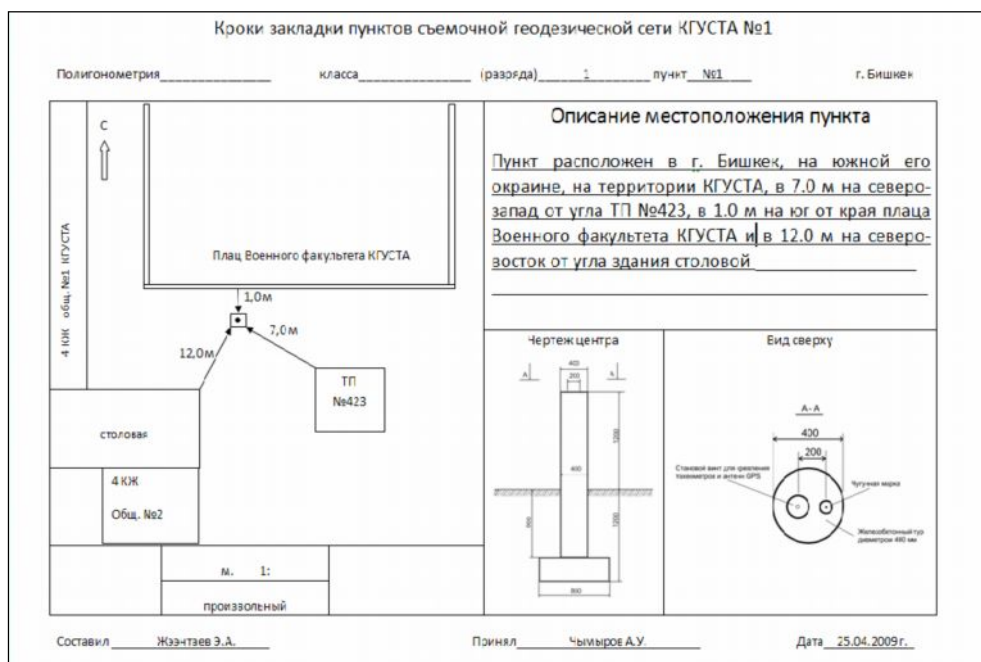


Рис. 6. Описание и конструкция Пункта № 1 СГС КГУСТА

Плановые и высотные координаты Пункта №1 СГС КГУСТА будут уравнены в Международной земной системе координат (ITRF), и он в дальнейшем будет использован в качестве базовой станции для выполнения геодезических измерений методом дифференциальных измерений GPS (DGPS). Вторая очередь проекта предусматривает расширение съемочной сети и установку постоянной станции GPS/ГЛОНАСС на четырехэтажном кирпичном здании учебного корпуса № 3 КГУСТА по адресу: г.Бишкек, ул.Малдыбаева, 34, в. Планируется, что постоянная станция GPS в КГУСТА, обеспеченная системами бесперебойного питания и Интернет, в будущем будет интегрирована в Международную систему GNSS.

### Список литературы

1. Dow J.M., Neilan R.E., Gendt G. "The International GPS Service (IGS): Celebrating the 10th Anniversary and Looking to the Next Decade," Adv. Space Res. 36 vol. 36, no. 3, pp. 320-326, 2005.
2. Официальный сайт GPS - <http://www.gps.gov>.
3. Официальный сайт ППЦ ГЛОНАСС - <http://www.glonass-ianc.rsa.ru>.
4. Ihdle J. и др. Developments of the EUREF GNSS Reference Network EPN. Сборник материалов Международного Симпозиума по Глобальным спутниковым системам навигации, спутниковым и наземным вспомогательным системам и применениям. - Берлин, 11-14 ноября 2008г. Senate Department for Urban Development, Берлин, Германия. 2009. - С. 42-44.
5. Abdiev A. Geodetic Reference System and Introduction of GPS Technology in Kyrgyzstan. Материалы Международной конференции «ГИС для будущего Центральной Азии». //Вестник КГУСТА. - 2009. - № 4 (22). - С. 77-81.
6. Официальный сайт Международной службы GNSS (IGS) - <http://igsceb.jpl.nasa.gov/network/site/pol2.html>.