

Власов И.Б., Гришечкин Б.Ю., Мыкольников Я.В., Семенов Д.В., Шумов А.В.

Vlasov I.B., Grischehkin B.Yu., Mykolnikov Ya.V., Semenov D.V., Shumov A.V.

УДАЛЕННЫЙ СЕТЕВОЙ ПРАКТИКУМ ПО ГЛОБАЛЬНЫМ
НАВИГАЦИОННЫМ СПУТНИКОВЫМ СИСТЕМАМ

REMOTE PRACTICAL WORK ON GLOBAL NAVIGATION SATELLITES
SYSTEMS

vlasov@bmstu.ru

*Московский государственный технический университет имени Н.Э.
Баумана*

г. Москва

В МГТУ им. Н.Э. Баумана создана Интернет-лаборатория «Глобальные навигационные спутниковые системы», предусматривающая проведение удаленных лабораторных работ по исследованию характеристик навигационной аппаратуры. Созданный программно-аппаратный комплекс является базовым учебно-методическим средством поддержки удаленных сетевых практикумов по глобальным навигационным спутниковым системам.

Internet-laboratory “Global Navigation Satellites Systems” is created in the Bauman University. Laboratory allows carrying out remote practical works for investigations of technical characteristics of navigation equipments. The hardware and software system is basic educational and methodical facilities for supporting of remote practical works in navigation systems area.

Созданные в 70-80 годы прошлого века глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) «ГЛОНАСС» (РФ) и «GPS» (США) по праву считаются одним из самых выдающихся научно-технических достижений XX столетия. Действующая в настоящее время в России федеральная целевая программа «ГЛОНАСС» предусматривает как глубокую модернизацию и развитие всех подсистем отечественной ГНСС, так и расширение подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов в области спутниковой навигации.

В настоящее время в учебных программах российских вузов отсутствует специальность или специализация по спутниковой навигации как самостоятельной области знаний. В ряде учебных заведений преподаются курсы «Радионавигационные системы», где в той или иной мере освещаются особенности построения и функционирования ГНСС. В числе этих вузов и МГТУ им. Н.Э. Баумана, где с 2000 г. соответствующий курс читается студентам кафедры «Радиотехнические системы и устройства».

Несмотря на относительно невысокую стоимость оборудования, необходимого для проведения лабораторных работ по спутниковым навигационным системам, проведение практикумов по данной тематике вызывает определенные сложности в ряде вузов в связи с недостаточной методической проработанностью.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана создана Интернет-лаборатория «Глобальные навигационные спутниковые системы», сайт которой доступен в рабочее

время по адресу <http://lab-gnss.bmstu.ru>. В ней удаленные пользователи через сеть Интернет могут управлять режимами работы навигационного оборудования, получать и обрабатывать поступающие сигналы с применением статистических методов обработки.

Схема Интернет-лаборатории приведена на рис. 1. Приемная антенна с малошумящим усилителем установлены на крыше главного корпуса МГТУ им. Баумана на высоте около 70 м для обеспечения приема радиосигналов максимально возможного количества навигационных космических аппаратов (НКА). По центральной жиле высокочастотного кабеля с помощью сплиттера подается напряжение питания на усилитель с одновременной развязкой его с радиочастотными сигналами НКА, поступающими от усилителя через Т-мост в навигационную аппаратуру потребителя (НАП) – приемник ГНСС.

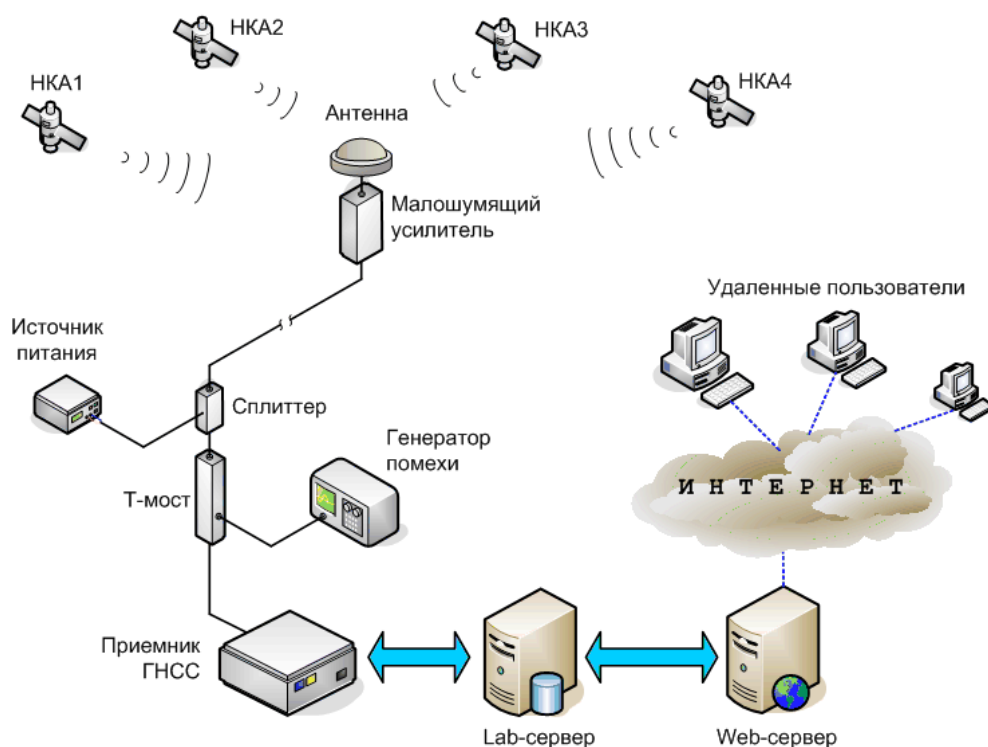


Рис. 1. Структурная схема Интернет-лаборатории

Прием и обработку сигналов НКА осуществляет комбинированный 20-ти канальный ГЛОНАСС/GPS приемник геодезического класса Topcon Javad Half Eurocard GG, работающий в диапазоне L1 с поддержкой системы WAAS (Wide Area Augmentation System - глобальная американская система распространения дифференциальных поправок, разработанная для повышения точности позиционирования и достоверности навигационных данных системы GPS). Приемник ГНСС осуществляет вычисления координат, вектора скорости, курса и времени (формирует секундную метку времени - 1PPS) по сигналам спутниковых навигационных систем. Соединение с управляющим компьютером (Lab-сервером) осуществляется по интерфейсу RS-232. Информационный обмен между приемным устройством и Lab-сервером поддерживается по протоколам BINARY и NMEA-0183. Первый используется для настройки режимов работы НАП, а второй – для получения навигационных параметров. Обмен данными между Lab-сервером и Web-сервером про-

исходит по сети Ethernet. Подключение терминалов удаленных пользователей осуществляется по протоколу TCP/IP через сеть Интернет.

Вид главного окна клиентского программного обеспечения представлен на рис. 2.

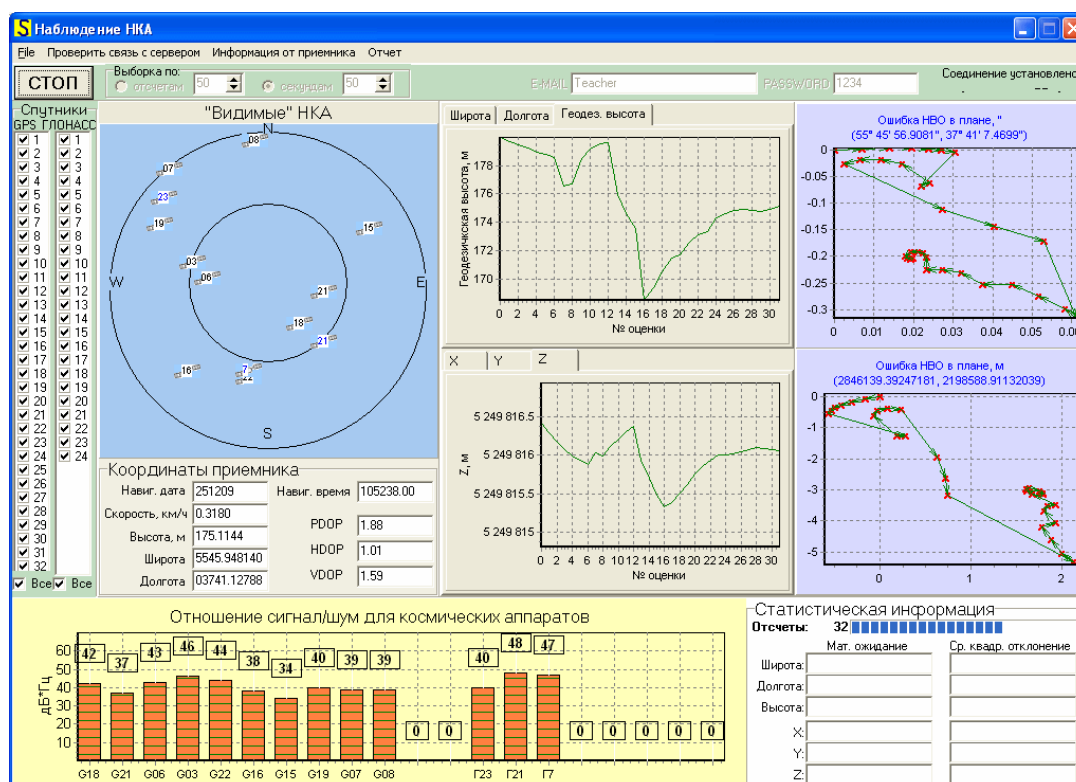


Рис. 2. Внешний вид окна клиентского терминала в режиме сбора результатов навигационных измерений

Перед установлением связи с Web-сервером удаленный пользователь выбирает НКА из перечня спутников систем ГЛОНАСС и GPS, устанавливает объем статистической выборки (или времени сбора навигационной информации), а также логин и пароль. При нажатии кнопки «СТАРТ/СТОП» осуществляется подключение к серверу Интернет-лаборатории, а после автоматической перенастройки режимов работы приемника в соответствии с заданными пользователем параметрами начинается сбор результатов измерений. Во время получения данных в окне программы удаленного пользователя отображаются:

- диаграмма наблюдаемых НКА (позволяющая визуализировать данные о пространственном положении спутников),
- информации о текущих координатах приемника (навигационные дата и время, вектор состояния потребителя в геодезической системе координат, составляющие геометрического фактора),
- отношение сигнал/шум по каждому НКА в каналах приемника (в левой части по спутникам GPS, в правой - ГЛОНАСС),
- графики полученных значений геодезических координат (широта, долгота, высота) по номеру отсчета,

- графики полученных значений геоцентрических координат (x , y , z) по номеру отсчета,
- диаграммы ошибок навигационно-временных определений вектора состояния.

В отдельном окне пользователь имеет возможность наблюдать поступающие от приемника результаты навигационных измерений и служебную информацию по спутниковым группировкам в формате NMEA-0183, что позволяет ему получить представление о протоколе обмена данными между навигационной аппаратурой потребителя и компьютером.

По окончании сбора указанного пользователем количества результатов навигационных измерений удаленное соединение автоматически закрывается. По полученной выборке осуществляется статистический расчет математических ожиданий и среднеквадратичных отклонений координат в геодезической и геоцентрической системах, которые отображаются в правой нижней части главного окна программы (см. рис. 2).

Длительность одного эксперимента (сеанса связи с оборудованием) ограничена указанным пользователем объемом выборки (максимум 100 измерений) или временем сбора данных (до 100 с). В соответствии с разработанной методикой студенты выполняют серию экспериментов для различных конфигураций созвездия (количество и геометрия) наблюдаемых НКА и объемов выборки. В отдельном окне формируется отчетная информация о проведенной серии экспериментов в табличном и графическом виде. При этом пользователь может включать или исключать из отчета данные отдельных сеансов связи. Описанный подход позволяет значительно увеличить пропускную способность Интернет-лаборатории по сравнению с вариантом монопольного захвата управления оборудованием одним пользователем, поскольку все действия по выбору режимов работы аппаратуры и анализу информации пользователь осуществляет автономно без подключения к Web-серверу, который в этот момент времени может обрабатывать запрос другого удаленного пользователя.

В настоящее время разработана методика проведения удаленного практикума «Исследование основных характеристик навигационной аппаратуры потребителя», включающего проведение лабораторных работ «Исследование зависимости точности навигационных определений от состава и геометрии рабочего созвездия НКА» и «Исследование работы навигационной аппаратуры потребителя в условиях постановки помех». В ближайшее время планируется разработка удаленного практикума «Спутниковая навигационная аппаратура потребителя с угломерным каналом».