

ИНТЕРНЕТ – ЛАБОРАТОРИЯ

МГТУ им. Н.Э. Баумана

**«ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ
СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ»**

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

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.*

Сайт Интернет - лаборатории «Глобальные навигационные спутниковые системы» доступен в рабочее время по адресу <http://lab-gnss.bmstu.ru> . Через данный ресурс удаленные пользователи получают возможность управлять режимами работы навигационного оборудования, принимать и обрабатывать поступающие данные с применением статистических методов.

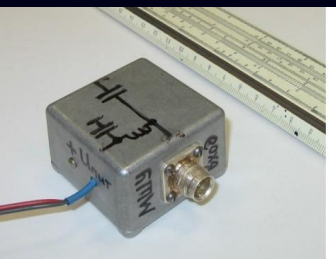
Схема Интернет - лаборатории «Глобальные навигационные спутниковые системы»



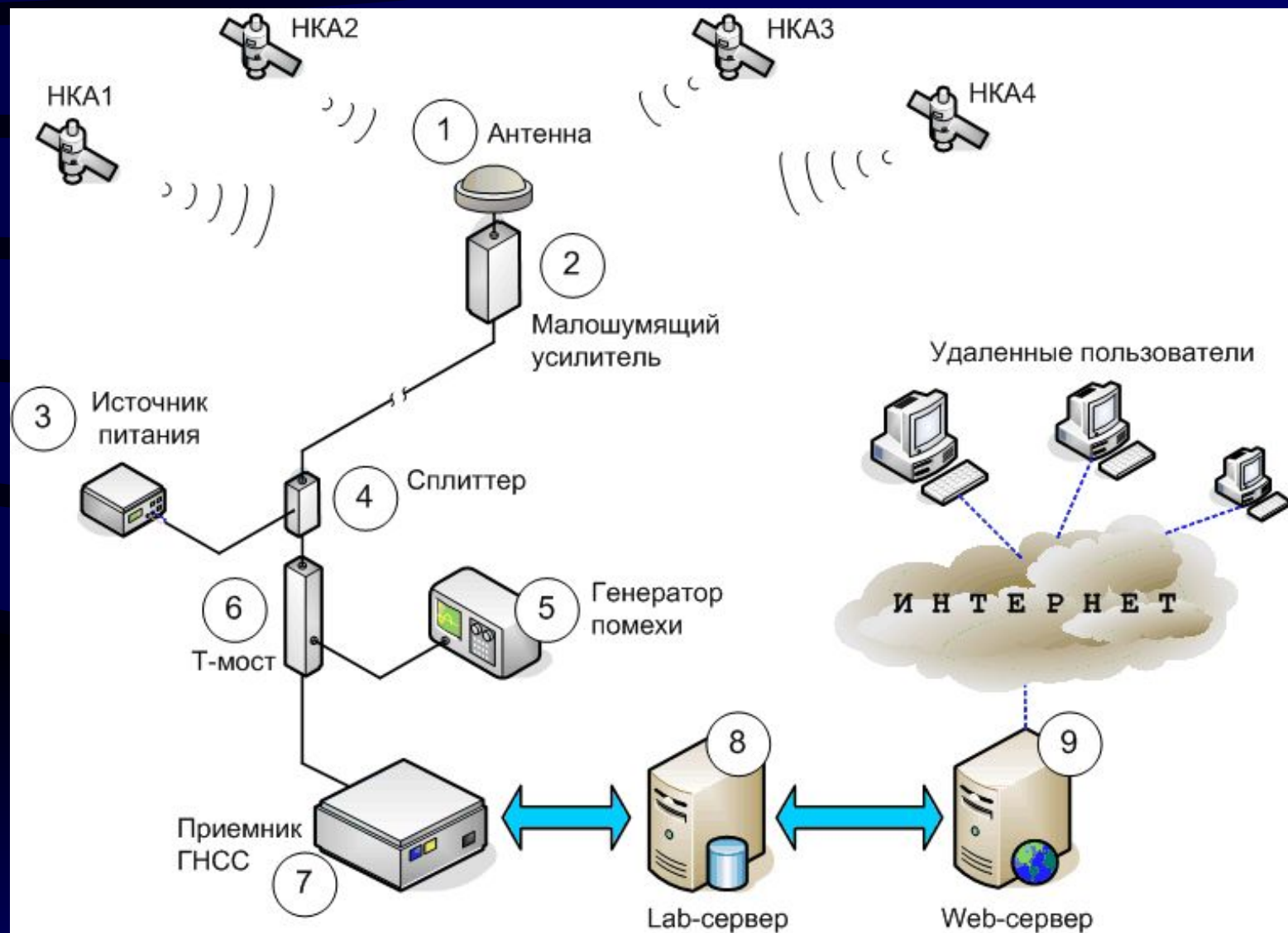
1- Антенна



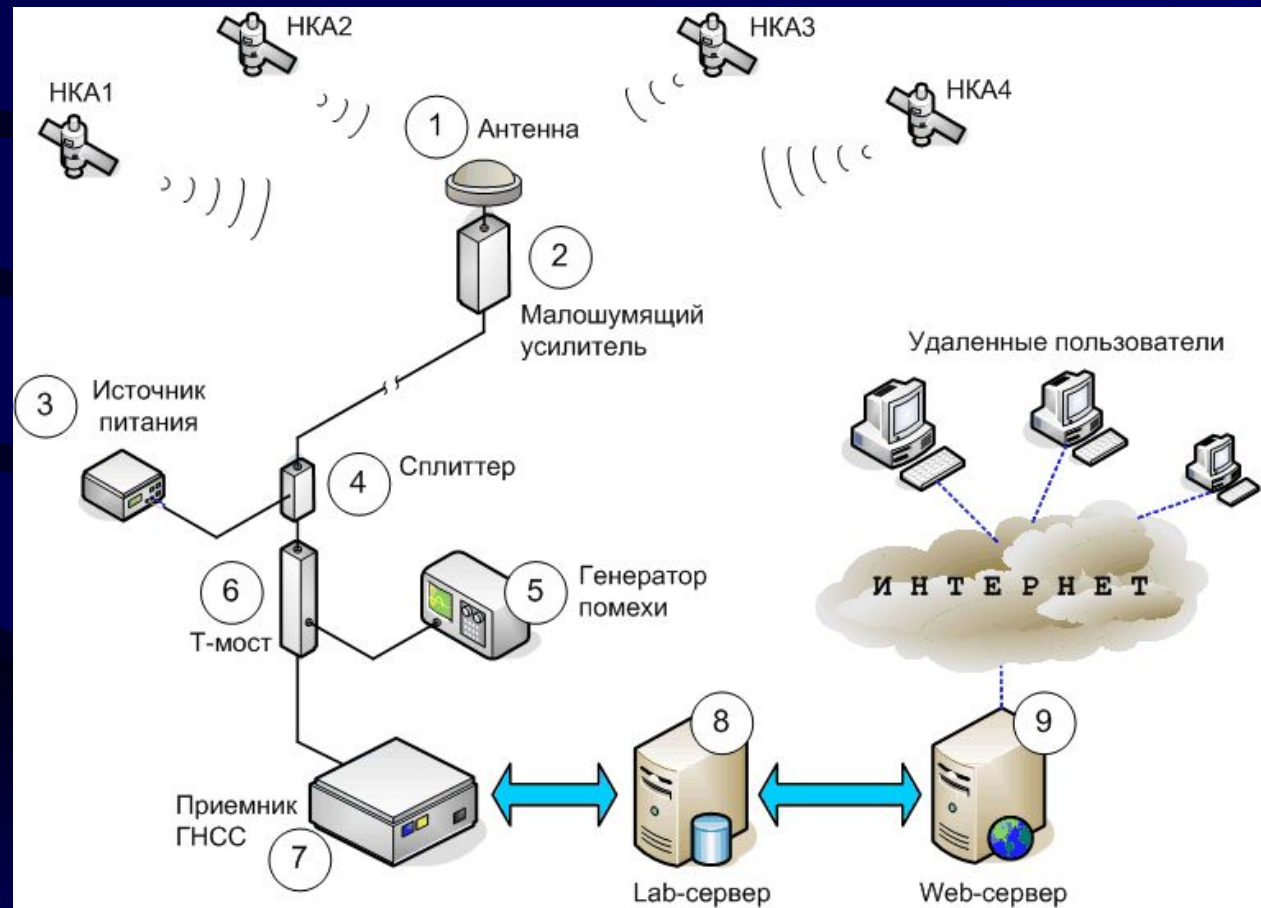
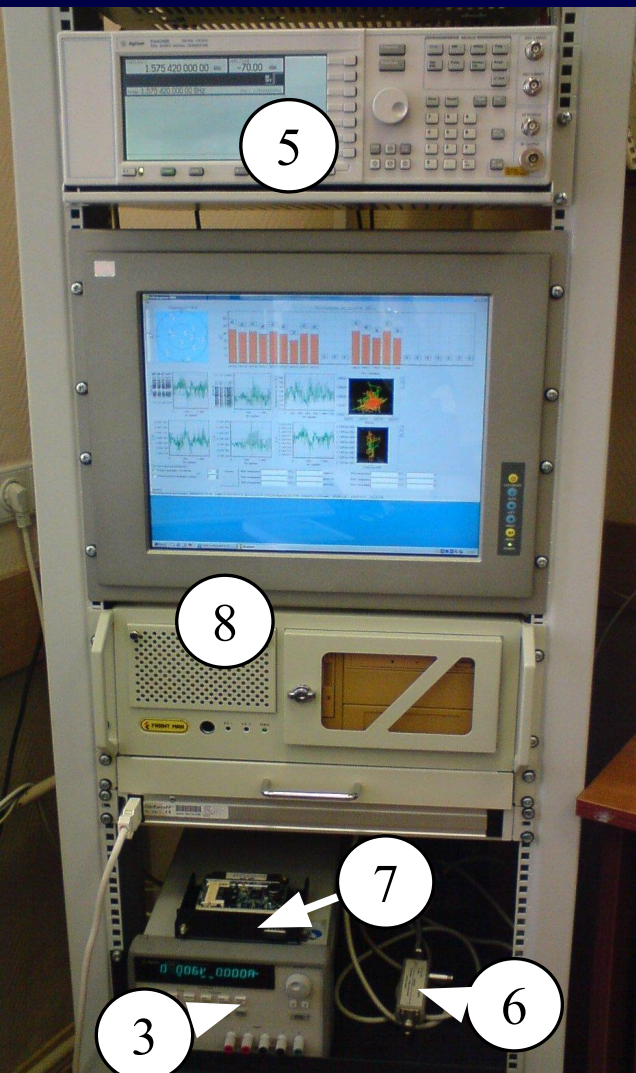
2 - МШУ



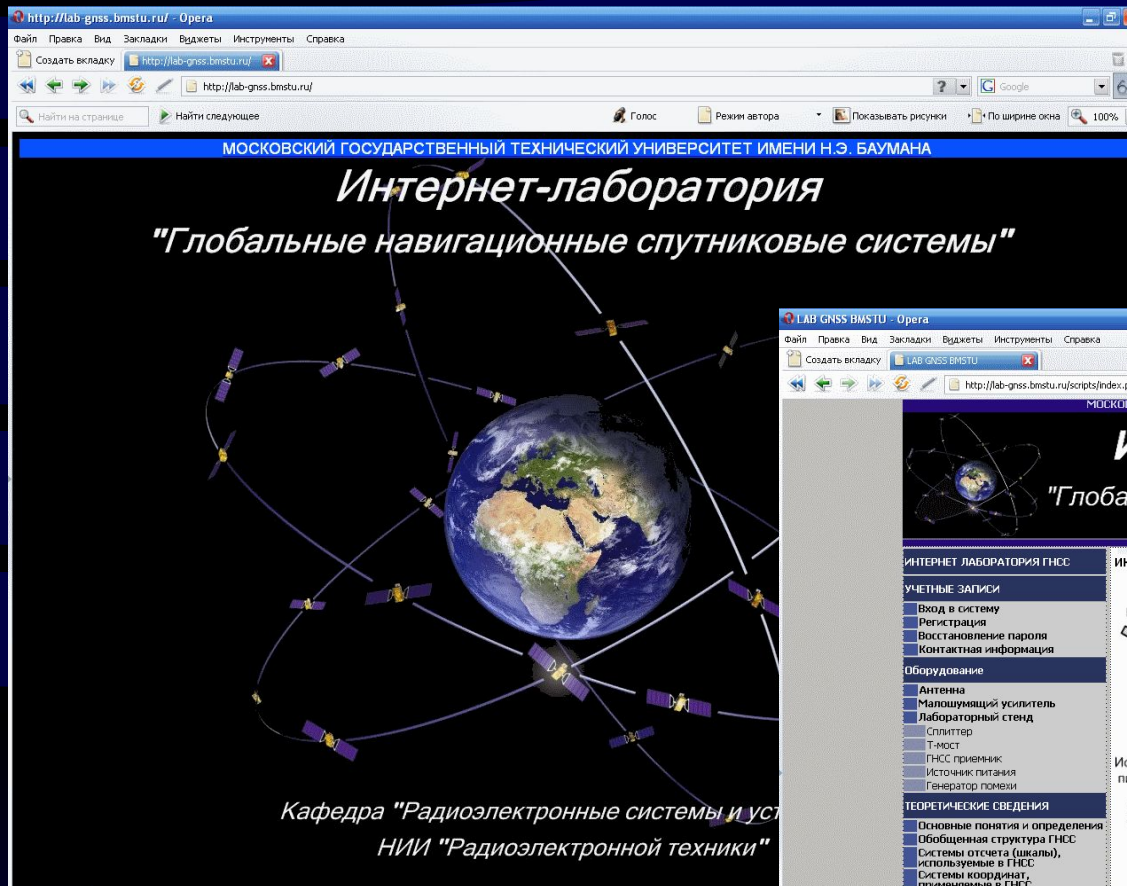
4 - Сплиттер



Лабораторный стенд



Сайт Интернет - лаборатории «Глобальные навигационные спутниковые системы»



Описание оборудования лабораторного стенда

http://lab-gnss.bmstu.ru/scripts/index.php?page=equipment

ИЗБРАННОЕ LAB GNSS BMSTU

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА

Интернет-лаборатория

"Глобальные навигационные спутниковые системы"

ИНТЕРНЕТ ЛАБОРАТОРИЯ ГНСС

УЧЕТНЫЕ ЗАПИСИ

- Вход в систему
- Регистрация
- Восстановление пароля
- Контактная информация

Оборудование

- Антенна
- Малошумящий усилитель
- Лабораторный стенд
- Сплиттер
- T-мост
- ГНСС приемник
- Источник питания
- Генератор помехи

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

- Основные понятия и определения
- Обобщенная структура ГНСС
- Системы отсчета (шкалы), используемые в ГНСС
- Системы координат, применяемые в ГНСС
- Методы измерения навигационных параметров
- Краткие сведения о сигналах, применяемых в ГНСС
- Принципы построения навигационной аппаратуры потребителя
- Точность навигационно-временных определений в ГНСС
- Помехоустойчивость/помехозащищенность
- Список литературы

ОПИСАНИЕ ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

- Исследование точности навигационного оборудования
- Исследование помехозащищенности

Оборудование



Антенна ГЛОНАСС / GPS



Малошумящий усилитель (МШУ)



Сплиттер



T-мост



ГНСС приемник



Источник питания

ГНСС приемник

Источник питания

Генератор помехи


ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

- Основные понятия и определения
- Обобщенная структура ГНСС
- Системы отсчета (шкалы), используемые в ГНСС
- Системы координат, применяемые в ГНСС
- Методы измерения навигационных параметров
- Краткие сведения о

Интернет-лаборатория

"Глобальные навигационные спутниковые системы"

Малошумящий усилитель



Малошумящий усилитель (МШУ) предназначен для усиления и предварительной фильтрации сигналов НКА. Устанавливается на крыше непосредственно под антенной.

Технические характеристики

Диапазон рабочих частот 1573-1612 МГц
Коэффициент усиления 30 дБ
Коэффициент шума 2,5 дБ
Напряжение питания 9В
Ток потребления 40 мА

Теоретические сведения

LAB GNSS BMSTU - Windows Internet Explorer предоставлен: Mail.Ru

http://www.lab-gnss.bmstu.ru/scripts/index.php?page=theory_5

ИЗБРАННОЕ

LAB GNSS BMSTU

Страница Безопасность Сервис

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА

Интернет-лаборатория

"Глобальные навигационные спутниковые системы"

ИНТЕРНЕТ ЛАБОРАТОРИЯ GNSS

УЧЕТНЫЕ ЗАПИСИ

- Вход в систему
- Регистрация
- Восстановление пароля
- Контактная информация

Оборудование

- Антенна
- Малошумящий усилитель
- Лабораторный стенд
- Сплиттер
- T-мост
- GNSS приемник
- Источник питания
- Генератор помехи

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

- Основные понятия и определения
- Обобщенная структура GNSS
- Системы отсчета (шкалы), используемые в GNSS
- Системы координат, применяемые в GNSS
- Методы измерения навигационных параметров
- Краткие сведения о сигналах, применяемых в GNSS
- Принципы построения навигационной аппаратуры потребителя
- Точность навигационно-временных определений в GNSS
- Помехоустойчивость / помехозащищенность
- Список литературы

ОПИСАНИЕ ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Пользователь: Иван Валерьевич Вход в личный кабинет Выход из системы

Системы координат, применяемые в GNSS

Движение НКА происходит под действием сил инерции и гравитационного поля Земли. Соответственно, его движение описывается в системе координат, центр которой совпадает с центром масс Земли, т. е. геоцентрической системе (ГЦСК). Классической системой координат, в которой описывается траекторное движение НКА, является инерциальная геоцентрическая система $Ox_0y_0z_0$.

Ось Ox_0 лежит в плоскости экватора и направлена в точку небесной сферы, называемую точкой весеннего равноденствия, точкой Весны или точкой Овна (обозначается знаком созвездия Овна: γ).

Геоцентрические системы координат

xplorer предоставлен: Mail.Ru

scripts/index.php?page=theory_7

Страница Безопасность Сервис

навигационных сигналов ГЛОНАСС. Рассмотрим основные этапы этого процесса.

Находящиеся в эксплуатации в настоящее время НКА ГЛОНАСС и первые экземпляры ГЛОНАСС-М используют сигналы в диапазонах L1 и L2, структура и параметры которых несколько различаются, поэтому подробно рассмотрим сигналы диапазона L1, а затем коротко - отличия сигналов диапазона L2.

В диапазоне L1 излучаемый сигнал подвергается относительной фазовой манипуляции (ОФМ) на угол π двумя псевдослучайными последовательностями - ПСП1 и ПСП2. Ортогональность, т. е. отсутствие взаимного влияния при перелаче ПСП1 и ПСП2, обеспечивается благодаря использованию фазовых квадратур, т. е. двух компонент несущей, сдвинутых по фазе на 90° .

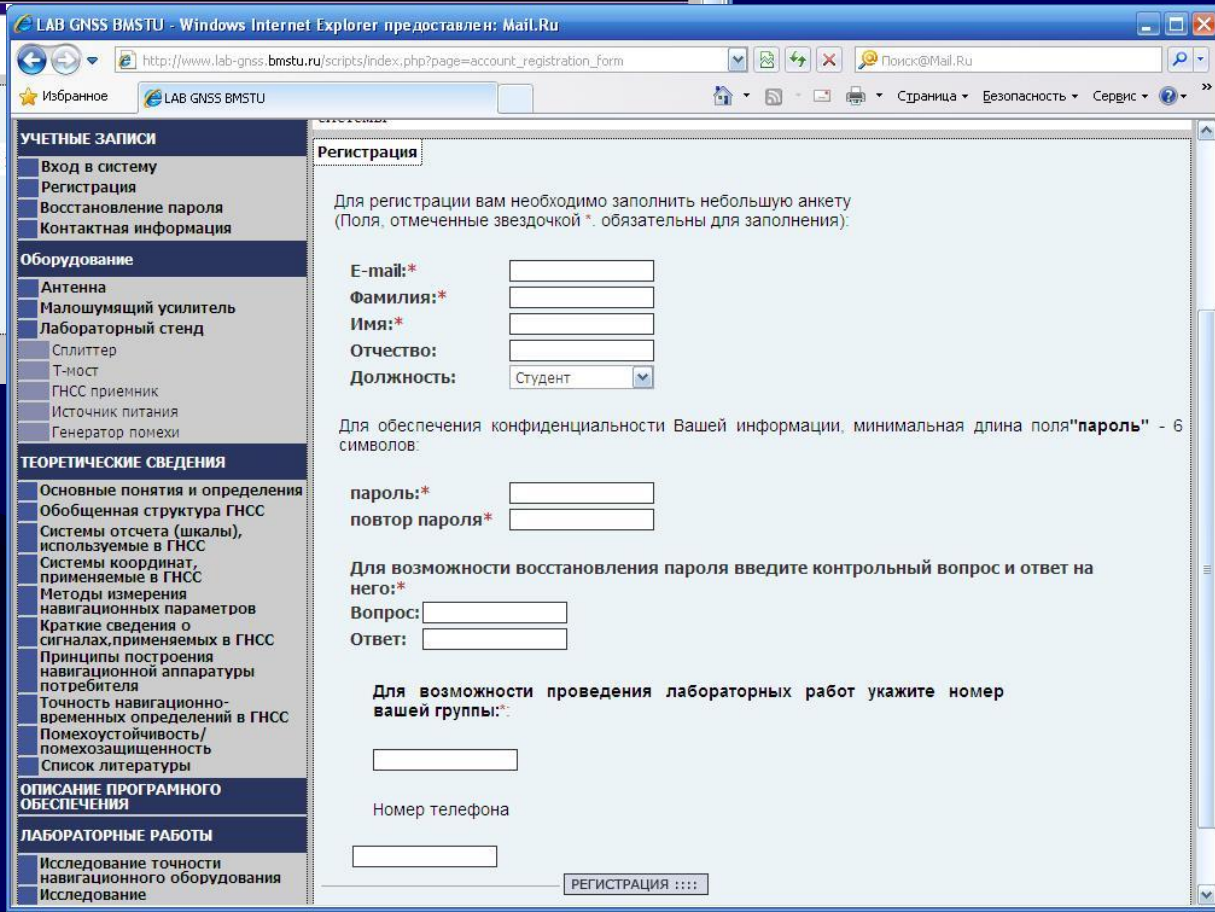
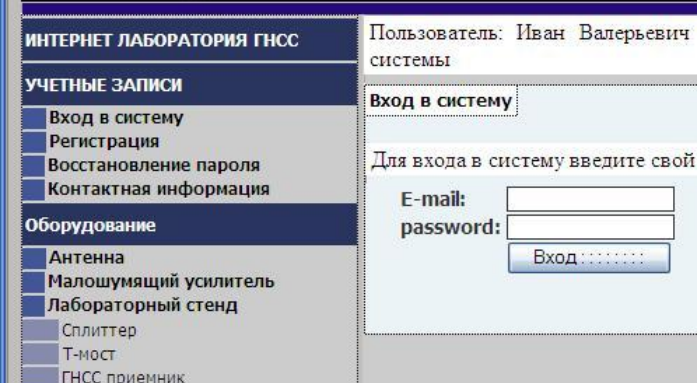
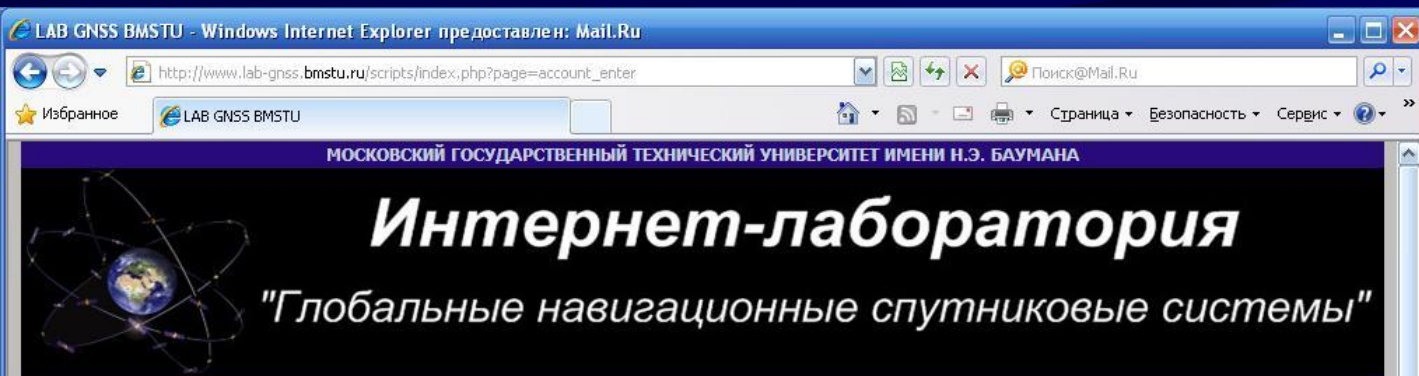
Первая ПСП образуется сложением по mod2 трех двоичных сигналов:

- дальномерного кода стандартной точности (СТ), представляющего собой последовательность максимальной длины (М-последовательность) с тактовой частотой 511 кГц и периодом 1 мс (иногда в литературе для обозначения этого кода используется аббревиатура ПТ-код, т. е. код пониженной точности);
- сигнала навигационной информации (НИ) с тактовой частотой 50 Гц, передаваемого с помощью ОФМ в виде строк длительностью 2 с;
- сигнала тактовой синхронизации в виде меандра с частотой 100 Гц.

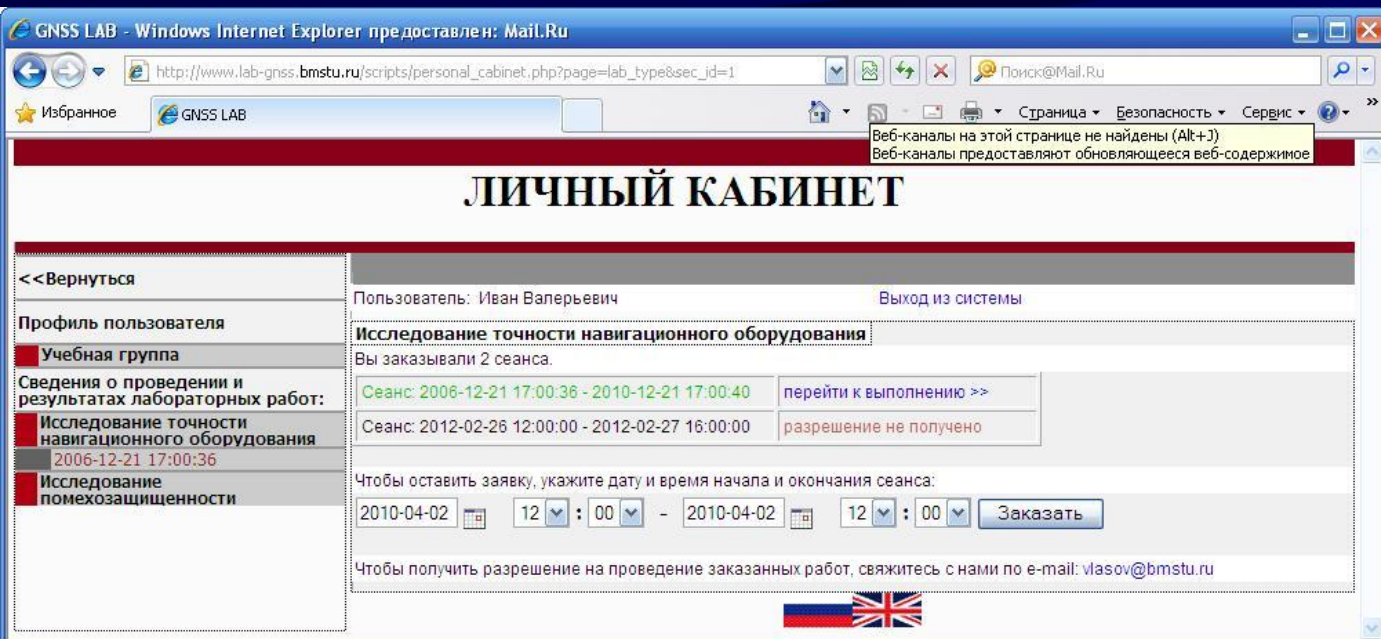
Принцип формирования ПСП1 поясняется рис.

Схема формирования модулирующей последовательности (ПСП1)

Авторизация пользователя



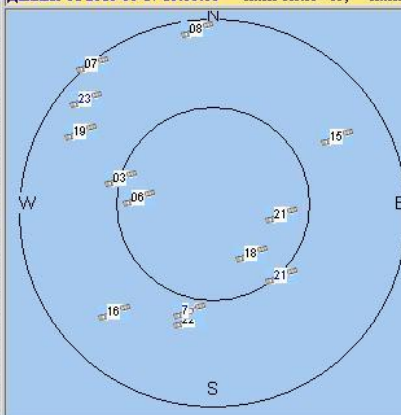
Личный кабинет пользователя



Учебная группа	
Сведения о проведении и результатах лабораторных работ:	
Исследование точности навигационного оборудования	2006-12-21 17:00:36
Исследование помехозащищенности	

Объединить

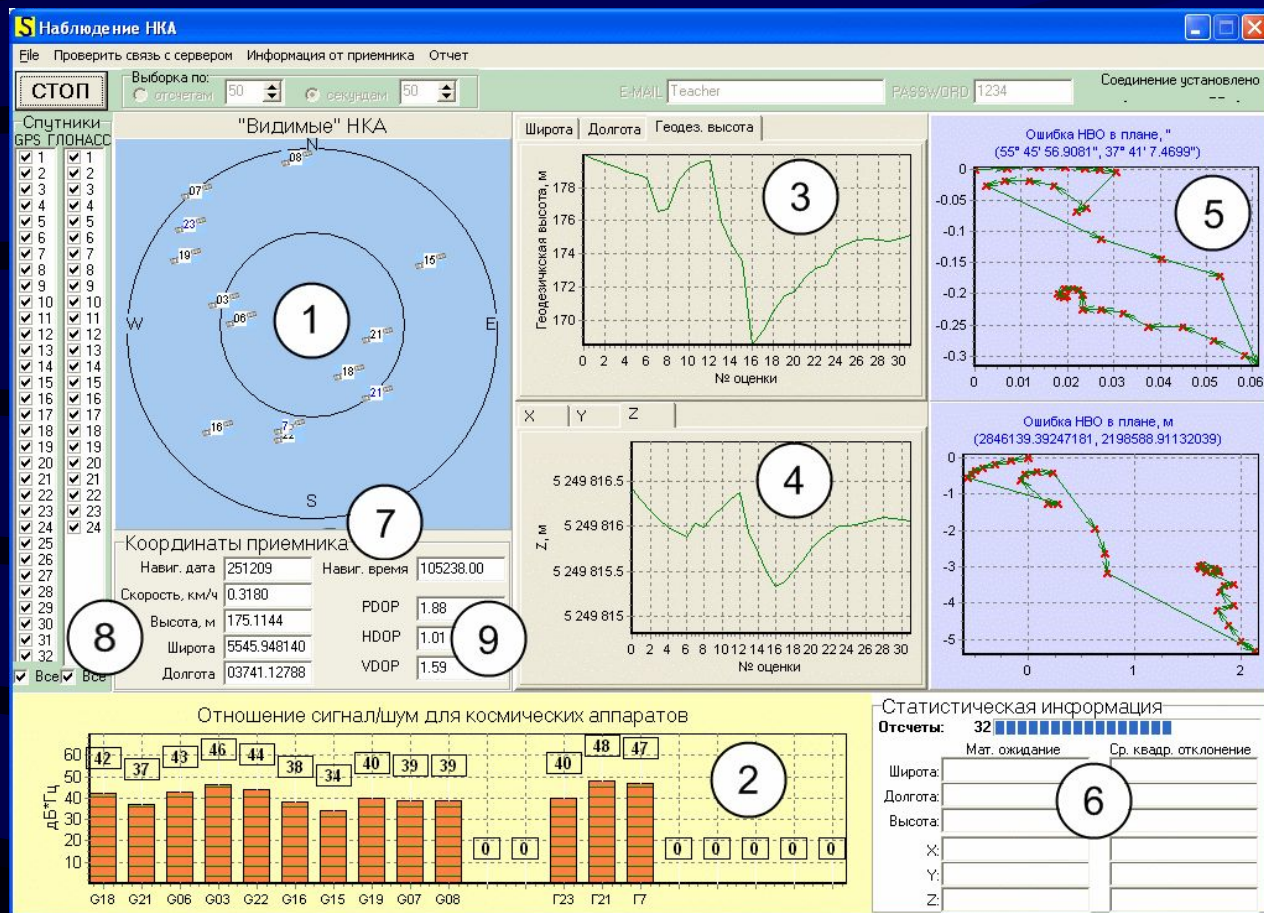
Спутники GPS/ГЛОНАСС	Статистические данные	Координаты	Значение МО	Значение СКО
Данные от 2010-03-17 10:30:36 Число НКА - 15. Число отчетов = 20				



Навиг. дата : 170310	Широта	55° 45' 56.934249"	0° 0' 0.025835"
Навиг. время : 073036.00	Долгота	37° 41' 7.581577"	0° 0' 0.035108"
Скорость, км/ч : 0.8009	Высота	182.065933	2.123882794
PDOP= 1.28	X	2846162.479276	0.195145003
HDOP= 0.75	Y	2198609.204585	0.879222835
VDOP= 1.04	Z	5249862.924191	0.449519069

[illegible]

Интерфейс удаленного пользователя



- 1 - диаграмма наблюдаемых НКА,
- 2 - отношение сигнал/шум в каналах приемника,
- 3 - геодезические координаты,
- 4 - геоцентрические координаты,
- 5 - разброс координат в плане,

- 6 - результаты статистической обработки,
- 7 - текущая дата и время,
- 8 - вектор состояния потребителя,
- 9 - геометрический фактор.

Клиентское программное обеспечение позволяет:

- управлять режимами работы навигационного приемника;
- работать по одной из систем ГЛОНАСС или GPS, а также в совмещенном режиме;
- изменять количество НКА, используемых в решении навигационной задачи и геометрию наблюдаемого созвездия;
- в реальном масштабе времени исследовать точностные характеристики приемника при изменении числа наблюдаемых НКА, а также геометрии наблюдаемого созвездия;
- формировать отчет по результатам полученных измерений;
- сохранять данные, полученные от навигационного приемника для каждого эксперимента.

Принцип работы

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,
- информации о текущем векторе состояния потребителя в геодезической системе координат, дата и время, составляющие геометрического фактора,
- отношение сигнал/шум по каждому НКА в каналах приемника,
- графики полученных значений геодезических и геоцентрических координат по номеру отсчета,
- диаграммы ошибок навигационно-временных определений вектора состояния.

Принцип работы (продолжение)

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.

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.

Особенности работы клиентского ПО

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.

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.

Спасибо за внимание!

Сайт Интернет – лаборатории
«Глобальные навигационные спутниковые системы»
доступен в рабочее время по адресу:

<http://lab-gnss.bmstu.ru>