


О применении спутниковой геодезической аппаратуры при испытаниях судовых навигационных комплексов

С.Ю. Дорошенко

ООО «3Д спутниковая навигация», С.-Петербург

Содержание доклада :

- 1 Спутниковая геодезическая аппаратура (СГА) – образцы средств измерений (СИ), внесенных в Государственный реестр средств измерений**
 - 2 Система позиционирования, на базе ГНСС ГЛОНАСС/GPS, предназначенная для обеспечения швартовки судов к необорудованному причалу, как прототип системы обеспечения испытаний судовых НК**
- 

1 Спутниковая геодезическая аппаратура (СГА) – образцы средств измерений (СИ), внесенных в Государственный реестр средств измерений

- ▶ Работа современной спутниковой геодезической аппаратуры (СГА) основана на обработке фазовых измерений несущих частот глобальных систем ГЛОНАСС и GPS. Многие образцы СГА сегодня внесены в Государственный реестр средств измерений.
- ▶ Указанная технология в течение 10 лет также широко используется на судах при гидрографических работах и в спутниковых компасах (СК), позволяющих определять параметры ориентации судна на две или три пространственно разнесенные приемные антенны [1,2].
- ▶ Цель настоящего доклада – показать возможность применения образцов СГА, внесенных в Государственный реестр средств измерений, при испытаниях судовых навигационных комплексов (НК).

1 Спутниковая геодезическая аппаратура (СГА) – образцы средств измерений (СИ), внесенных в Государственный реестр средств измерений

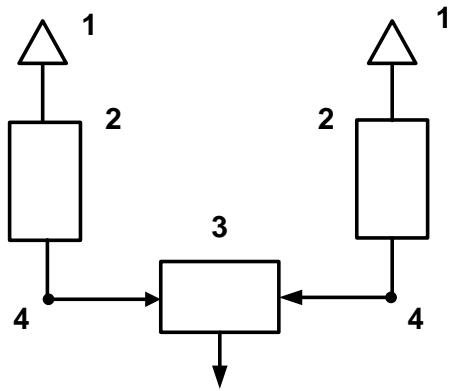
- ▶ СГА – аналог термина "геодезическая навигационная аппаратура потребителя ГНСС" (по ГОСТ Р 53864-2010 Глобальная навигационная спутниковая система СЕТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СПУТНИКОВЫЕ Термины и определения).
- ▶ В Государственный реестр средств измерений внесены образцы СГА систем ГЛОНАСС/GPS, например:
- ▶ - Trimble GeoExplorer 6000XH/6000XT - Аппаратура спутниковая геодезическая двухчастотная космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS ;
- ▶ - Ashtech MobileMapper 100 - Аппаратура спутниковая геодезическая ГЛОНАСС/GPS ;
- ▶ - JAVAD TRIUMPH-V.S, DELTA, SIGMA, ALPHA и др. - GNSS-приемники спутниковые геодезические многочастотные

Спутниковая геодезическая аппаратура – что это?

| Назначение, название аппаратуры | СКП географических координат, м | СКП относительных координат, м | СКП проекций скорости, м/с | Цена комплекта оборудования, тыс. руб. |
|--|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
| Кодовый/дифференциальный кодовый режим | | | | |
| Навигация, навигационная аппаратура потребителя ГНСС | 3 – 10 | – | 0,1 – горизонт. 0,2 – вертикальн. | 0,1 – 10 |
| Дифференциальный фазовый режим | | | | |
| Геодезия реального времени, СГА | 2 – 5 | 0,01 – 0,03 | 0,01 – 0,03 | > 500 |

Спутниковая геодезическая аппаратура – что это?

Схема комплекта СГА



- 1 – Антенна L1/L2
- 2 – Приемник СГА
- 3 – Компьютер СГА
- 4 – Средства связи



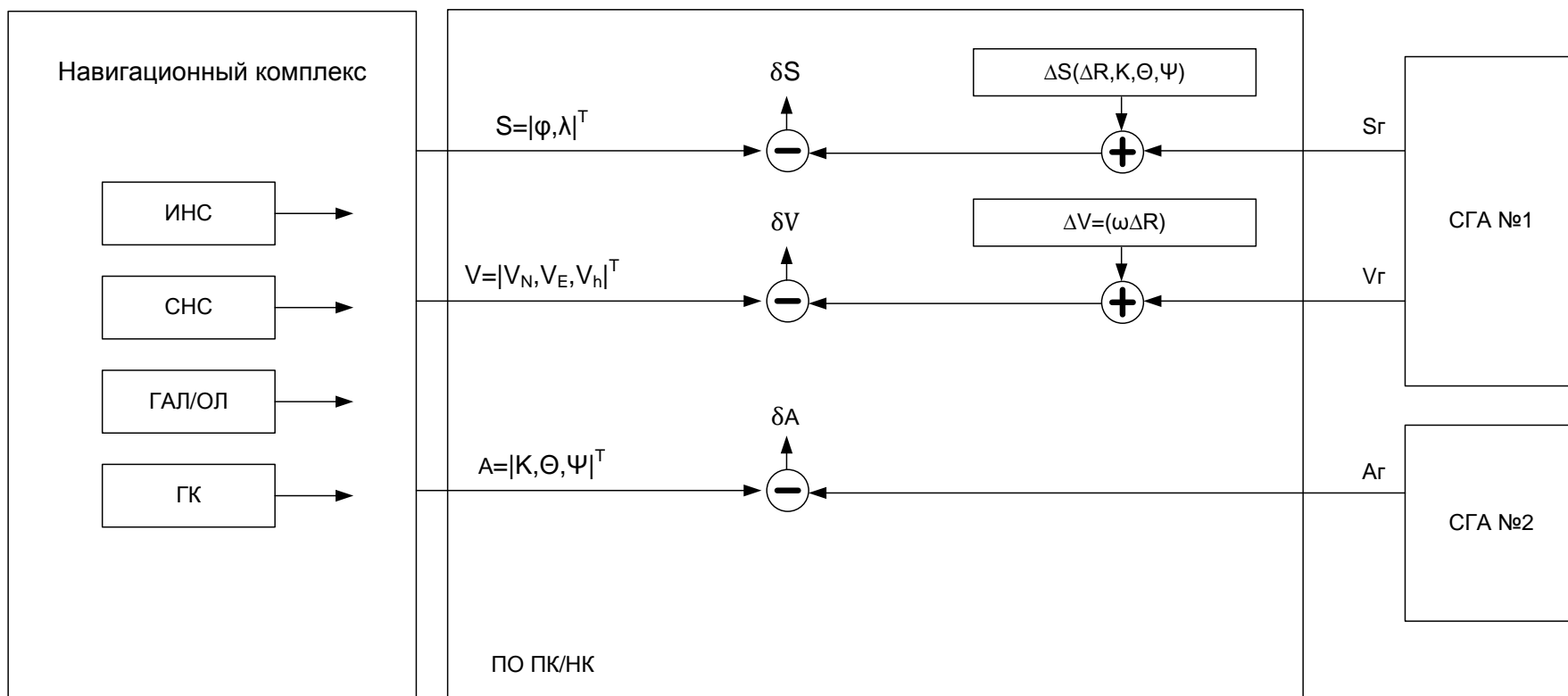
Технические характеристики 1-го судового комплекта СГА

- ▶ Определение параметров векторов положения и скорости приемной антенны судовой станции относительно антенны береговой базовой станции с частотой обновления параметров до 100 Гц со среднеквадратическими погрешностями (СКП):
 - ▶ - в плане 3 - 5 см;
 - ▶ - по высоте 6 -10 см;
 - ▶ - проекций горизонтальной скорости 2 - 4 см/с;
 - ▶ - проекций вертикальной скорости 4 - 8 см/с, при дальности между станциями до 30 км.

Технические характеристики 2-х и более судовых комплектов СГА

- ▶ Определение значений курса, углов крена и дифферента в реальном времени с частотой измерений до 50 Гц с СКП:
 - ▶ - курса $(0,2^\circ/R)$
 - ▶ - углов крена, дифферента $(0,4^\circ/R)$,
- ▶ где R – расстояние между антеннами на судне в метрах.
- ▶ Определение значений проекций линейной скорости любой точки судна относительно антенны СГА в реальном времени с частотой измерений до 50 Гц с СКП:
 - ▶ - горизонтальной 1-2 см/с;
 - ▶ - вертикальной 2-3 см/с.
- ▶ При расстоянии между антеннами СГА на судне от 10 м, возможно определение углов ориентации судна с СКП не хуже $0,05^\circ$.

Схема организации контроля навигационных параметров при испытаниях навигационных комплексов

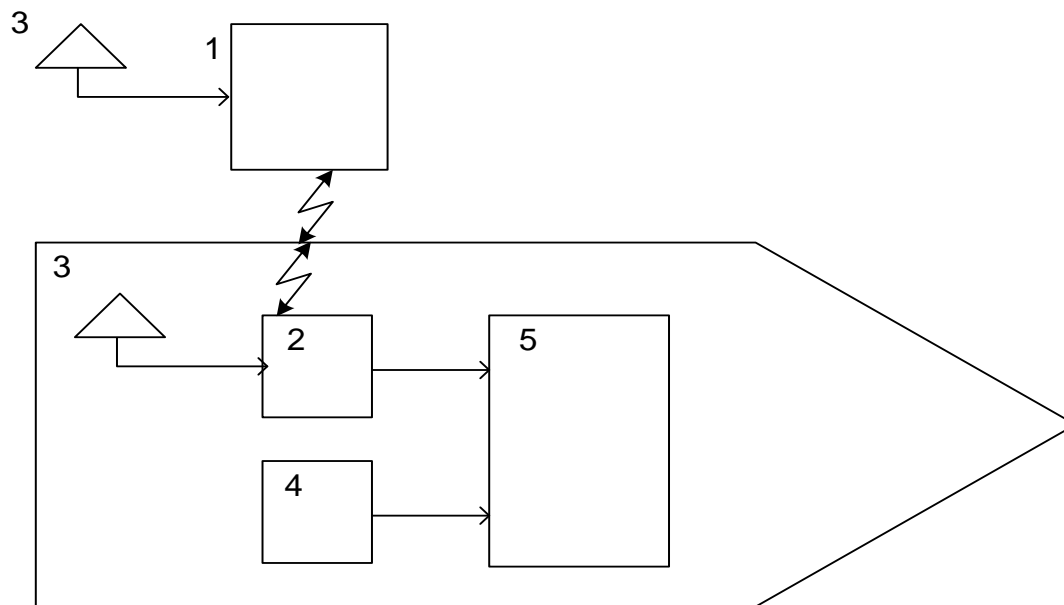


Варианты применения СГА при испытаниях судовых НК

- ▶ Возможные варианты применения СГА :
- ▶ - калибровка ГАЛ;
- ▶ - проверка погрешности выработки скорости и пройденного расстояния по данным ГАЛ;
- ▶ - проверка погрешностей выработки вектора инерциальной скорости;
- ▶ - проверка погрешности выработки углов ориентации судна (курса, крена, дифферента) компасами и ИНС;
- ▶ - проверка погрешности выработки перемещений навигационным комплексом в трех координатах (используемых для обеспечения выставки инерциальных систем судовых потребителей, например беспилотных летательных аппаратов).

Типовая схема сбора и обработки информации при проведении испытаний судового НК (базовый комплект СГА на берегу)

- 1 – Береговой комплект СГА;
- 2 – Судовой комплект СГА;
- 3 – Приемные антенны СГА;
- 4 – Судовой НК;
- 5 – Персональный компьютер



Типовая схема сбора и обработки информации при проведении испытаний судового НК (базовый комплект СГА на судне)

1 – Судовой комплект СГА;

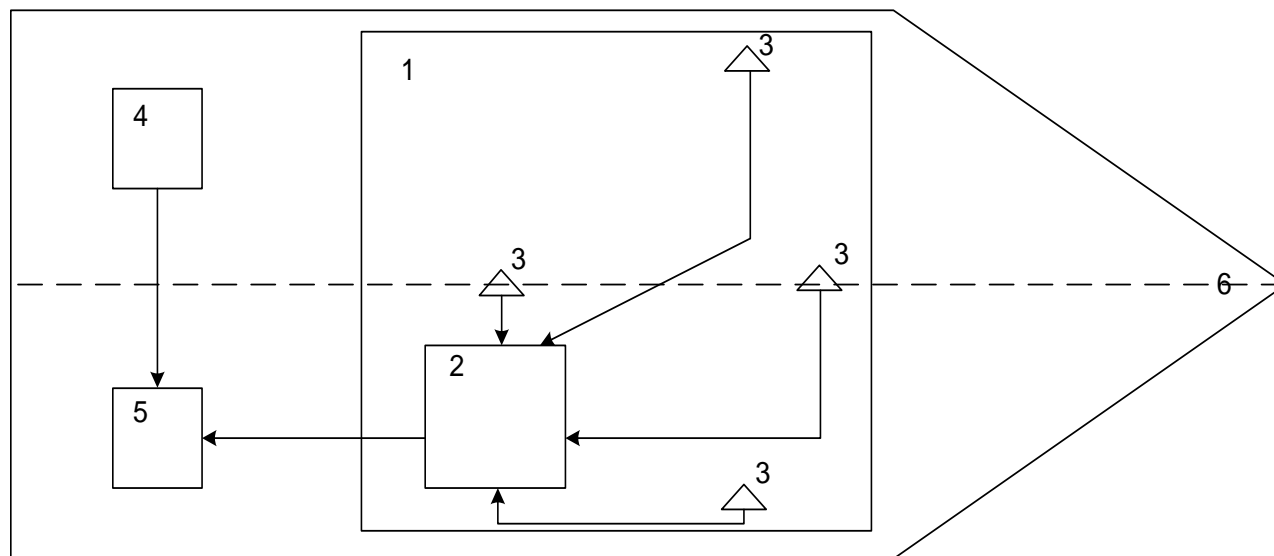
2 – Аппаратура обработки данных судового комплекта СГА;

3 – Приемные антенны СГА;


4 – Судовой НК;

5 – Персональный компьютер

6 – Диаметральная плоскость судна



Задачи, требующие решения при реализации указанных предложений

- ▶ 1 Разработка методик испытаний.
 - ▶ 2 Согласование интерфейсов и систем координат.
 - ▶ 3 Синхронизация данных НК и СГА.
 - ▶ 4 Формирование потока выходных данных из НК в ПК при проведении различных видов испытаний.
 - ▶ 5 Разработка программного обеспечения ПК (НК) для автоматизации процессов сбора и обработки данных НК и СГА.
- 

Проблемы, требующие внимания при реализации указанных предложений

- ▶ 1 Влияние помех различного происхождения.
- ▶ 2 Влияние переотражений радиосигналов от судовых конструкций и поверхности моря на точностные характеристики СГА.
- ▶ 3 Выбор мест установки приемных антенн СГА – с учетом необходимости незатененности небосклона и параллельности базовых линий строительным осям судна.
- ▶ 4 Импортная элементная база.
- ▶ 5 Высокая стоимость оборудования.

2 Система позиционирования, на базе ГНСС ГЛОНАСС/GPS, предназначенная для обеспечения швартовки судов к необорудованному причалу как прототип системы обеспечения испытаний судовых НК

- ▶ Система позиционирования решает основные задачи:
- ▶ – высокоточного определения параметров (взаимного положения и скорости его изменения) между судном и объектом швартовки (причалом) с выдачей данных на индикацию судоводителю со среднеквадратическими погрешностями (СКП), не превышающими значений :
- ▶ – по взаимному положению судна и причала в дифференциальном фазовом режиме – 0,1 м;
- ▶ – по скорости изменения взаимного положения судна и причала в дифференциальном фазовом режиме – 0,01 м/с.

Пример индикации навигационных данных на мониторе

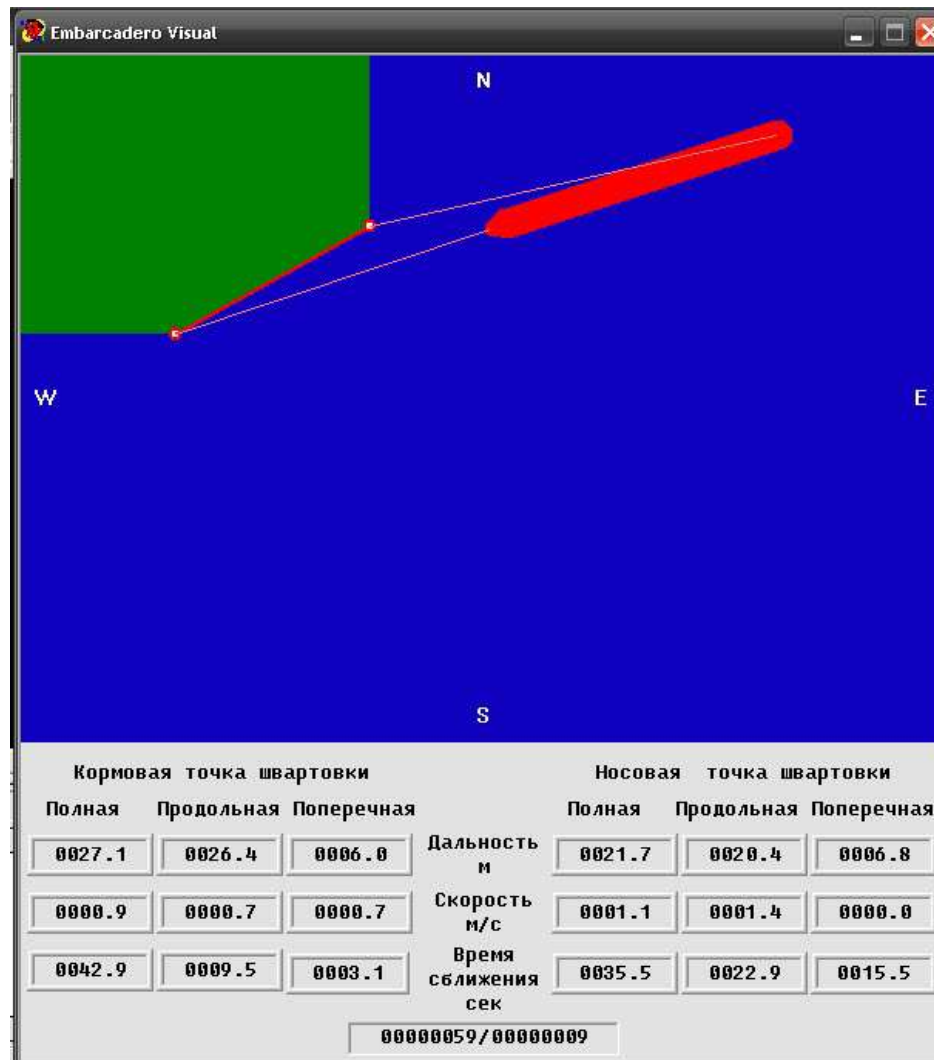
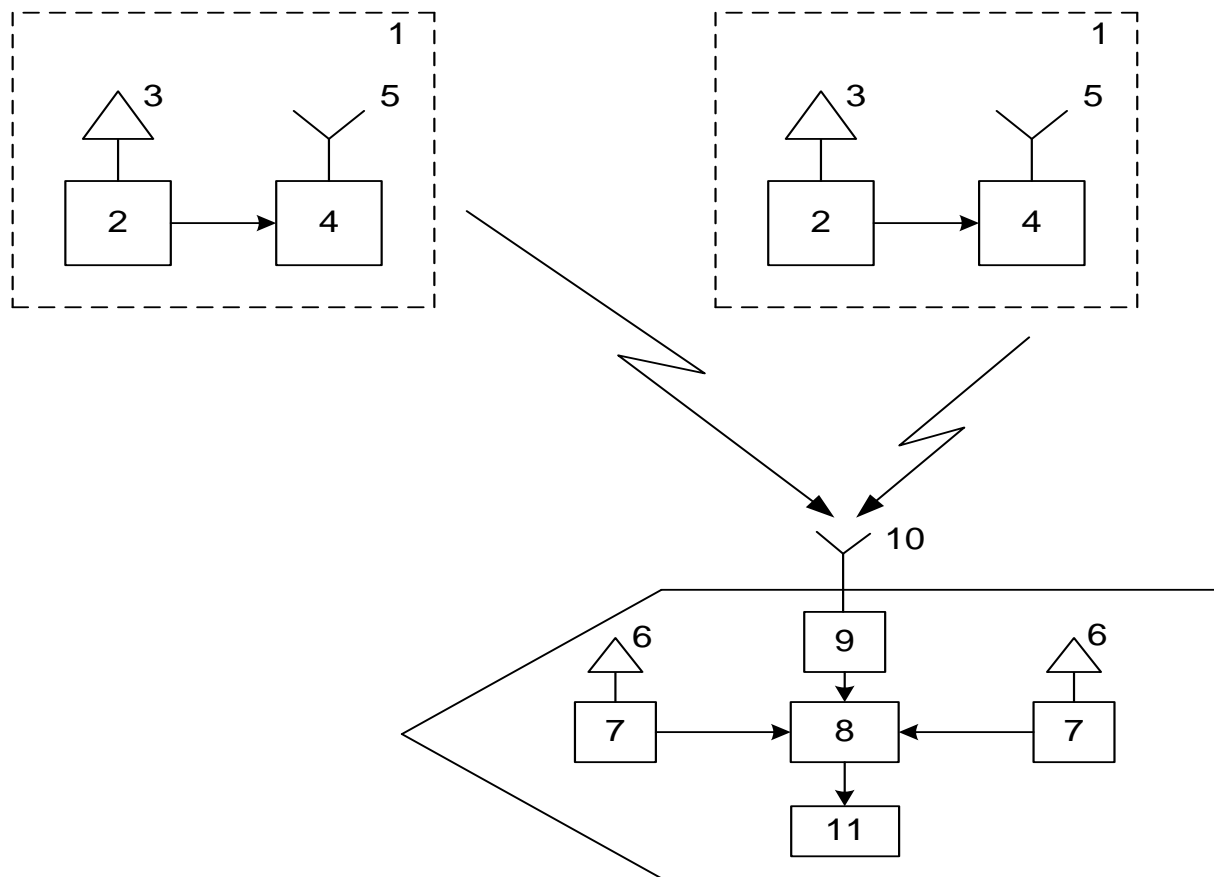


Схема системы позиционирования для обеспечения швартовки судов



Аппаратно-программные средства системы позиционирования для обеспечения швартовки судов (береговой комплект)



Аппаратно-программные средства системы позиционирования для обеспечения швартовки судов (судовой комплект)



Выводы

- ▶ 1 Современная спутниковая геодезическая аппаратура, внесенная в Государственный реестр средств измерений, может обеспечить отдельные виды ходовых испытаний судовых навигационных комплексов при разработке методик испытаний и специального программного обеспечения персональных компьютеров, связанных с аппаратурой НК и СГА.
- ▶ 2 Имеется технический задел для реализации указанных предложений:
 - ▶ - оборудование СГА;
 - ▶ - программное обеспечение для автоматизации работ с НК и СГА при проведении испытаний;
 - ▶ - опыт системной интеграции технических средств в судовых условиях.

Литература

1. Брент О'Мигер, Саймон Лайтбади Методика высокоточного RTK-позиционирования морских судов // Геопрофи. 2005. №3.
- ▶ 2. СИСТЕМА МОРСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ TRIMBLE SPS461 GPS.
http://www.ht.com.ua/images/new_tax/SPS461%28rus%29.pdf
- ▶ 3. Сведения об утвержденных типах средств измерений.
РОССТАНДАРТ. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений
http://www.fundmetrology.ru/10_tipu_si/7list.aspx?z=javad,
- ▶ 4 Сайт ООО «3Д спутниковая навигация» www.3dsatnav.ru.

Спасибо за внимание