

УДК 656.61.052:621.396.6:629.12.018(075.8)

В. В. Каретников,
д-р техн. наук, проф.;

Р. В. Волков,
асп.;

Г. В. Киселевич
асп.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЧНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ГЛОНАСС/GPS НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПУТЕВЫХ РАБОТ

TO THE QUESTION OF USE RIVER DIFFERENTIAL SUBSYSTEM GLONASS / GPS ON THE INLAND RUSSIAN WATERWAYS AT CARRYING OUT OF TRACK WORKS

В статье рассматриваются основные принципы построения локальных дифференциальных подсистем ГЛОНАСС/GPS, работающих для нужд внутреннего водного транспорта Российской Федерации. Отмечено, что применение данной системы высокоточного позиционирования ГЛОНАСС/GPS и ее функциональных дополнений позволит осуществлять так называемый «инструментальный метод судовождения», который даст возможность значительно увеличить эффективность и безопасность плавания по внутренним водным путям. Показано, что использование локальных дифференциальных подсистем позволит качественно повысить сбор навигационно-гидрографической информации при производстве комплекса путевых работ, ежегодно выполняемых Администрациями бассейнов ВВП. Описано предназначение основных автоматизированных навигационных комплексов, применяемых при решении производственных задач на речном флоте. Обозначена проблема создания перспективных автоматизированных тральных комплексов, учитывающих специфику обслуживаемых водных путей.

In this article discusses the basic principles of local differential subsystems GLONASS / GPS, working for the needs of inland waterway transport of the Russian Federation. It is noted that the use of these high-precision positioning systems GLONASS / GPS and its functional additions will allow called instrumental method of navigation, which will greatly increase the efficiency and safety of navigation on inland waterways. It is shown that the use of local differential subsystems will qualitatively improve the collection of navigational and hydrographic information in the production of complex track works, performed annually Basin Administration of inland water ways. Described the main purpose of automated navigation systems, used for solving industrial problems on the river fleet. Also outlined the problem of creating a tral perspective automated complexes taking into account specificity serviced waterways.

Ключевые слова: внутренние водные пути, контрольно-корректирующая станция, локальные дифференциальные подсистемы, глобальные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС/GPS.

Key words: Inland waterways, control and correction stations, local differential subsystem, global navigation satellite system GLONASS / GPS.

В НАСТОЯЩЕЕ время на внутренних водных путях Российской Федерации (ВВП РФ) осуществляется подготовка к внедрению таких конструктивных информационных структур, как корпоративная речная информационная система, речная информационная система, автоматизированная система управления движением судов, определяющих эффективность мониторинга, управления и безопасности судоходства. Необходимым условием их эффективного функционирования, по-видимому, является наличие высокоточного радионавигационного поля, формируемого глобальной навигационной спутниковой системой (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS и полем дифференциальной поправки. Последнее формируется сетью контрольно-корректирующих станций (ККС) средневолнового диапазона в полосе частот 283,5–325,0 кГц [1] – [10].

Достаточно широкое распространение на ВВП РФ получили локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС) спутниковой радионавигационной системы (СРНС) второго поколения ГЛОНАСС/GPS, способные формировать устойчивое сплошное радионавигационное поле ДП в радиусе до 500 км от ККС [3], [5] – [9]. ЛДПС в основном строятся на базе одной ККС, аппаратуры управления и контроля, а также средств передачи данных. Как правило, отдельные ЛДПС образуют вблизи акватории с целью обеспечения прибрежных территорий высокоточным радионавигационным полем (рис. 1) [1] – [10]. Внедрение ЛДПС для нужд речного флота позволит в значительной мере увеличить уровень безопасности судоходства по таким районам за счет повышения качества навигационно-временного обеспечения.

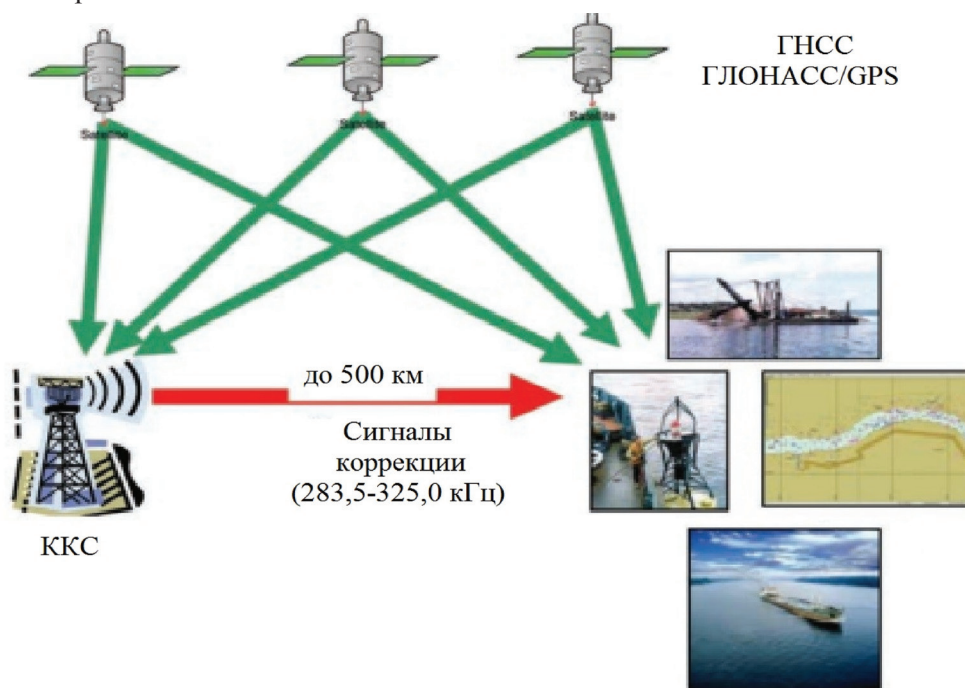


Рис. 1. Принципиальная схема речной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS

Точность местоопределения после ввода поправок определяется остаточными погрешностями, а также ошибками, обусловленными шумами и помехами, многолучевостью и воздействием тропосферы. Наиболее эффективным средством исключения ошибок является дифференциальный способ наблюдений, – DGPS (Differential GPS), суть которого состоит в выполнении измерений двумя приемниками: одним, установленным в определяемой точке, и другим, установленным в точке с известными координатами – базовой (контрольной) станции.

Дифференциальный режим СРНС основан на знании точного географического положения опорной станции дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS, координаты которой используются для расчета поправок к измеряемым псевдодальностям до всех спутников, находящихся в зоне радиовидимости ОС. Поправки в виде разностей измеряемых и расчетных значений псевдодальностей в составе дифференциальных сообщений, передаются потребителям в приемную аппаратуру СРНС, где измеренные величины псевдодальностей корректируются с их помощью.

Одной из особенностей режима DGPS является необходимость передачи дифференциальных поправок от базового приемника к определяемому. При этом различают два метода корректировки информации.

1. *Метод коррекции координат*, когда на станции и в определяемой точке наблюдают одни и те же искусственные спутники Земли, а затем в качестве дифференциальных поправок с базовой станции передают добавки к измеренным в определяемом пункте координатам. Недостатком этого метода является то, что приемники базового и определяемого пунктов должны работать по

одному рабочему созвездию. Это неудобно, поскольку все потребители, использующие дифференциальные поправки, должны работать по одним и тем же ИСЗ, что приводит к уменьшению фактора снижения точности.

2. *Метод коррекции навигационных параметров*, при использовании которого на базовой станции определяются поправки к измеряемым параметрам (например, псевдодальностям) для всех спутников, которые потенциально могут быть использованы потребителями. Эти поправки передаются на определяемые пункты, где уже непосредственно в GPS-приемнике вычисляются поправки к координатам.

Во многих странах мира уже действует развитая сеть DGPS-станций, постоянно транслирующих поправки на определенную территорию. Например, в прибрежной зоне Северной Америки это WAAS (Wide area augmentation system), Европы – EGNOS (European geostationary navigation overlay service), Японии – MSAS (Multi-functional satellite augmentation system), Австралии и Новой Зеландии развернуты сети радиомаяков для морской навигации.

Система EGNOS пока не имеет наземных станций в Российской Федерации, что означает невозможность ее применения на большей части этой территории, в том числе в авиации. Ещё одной проблемой является низкий угол возвышения спутников EGNOS над горизонтом. Тем не менее, в таких областях, как Ленинградская, Псковская, Новгородская, Смоленская, Мурманская, а также республика Карелия, практическая польза от использования EGNOS вполне возможна.

Следует отметить, что поправки, полученные с помощью дифференциального режима, в значительной степени зависят от расстояния между объектом и опорной станцией и наиболее эффективны, когда ошибки обусловлены внешними факторами. Для безопасной навигации по внутренним водным путям (ВВП) на территории РФ развернута наземная система дифференциальной коррекции, т.е. дополнительные информационные сообщения передаются через наземные радиостанции. Система функционирует за счет образования сети ККС (рис. 2).

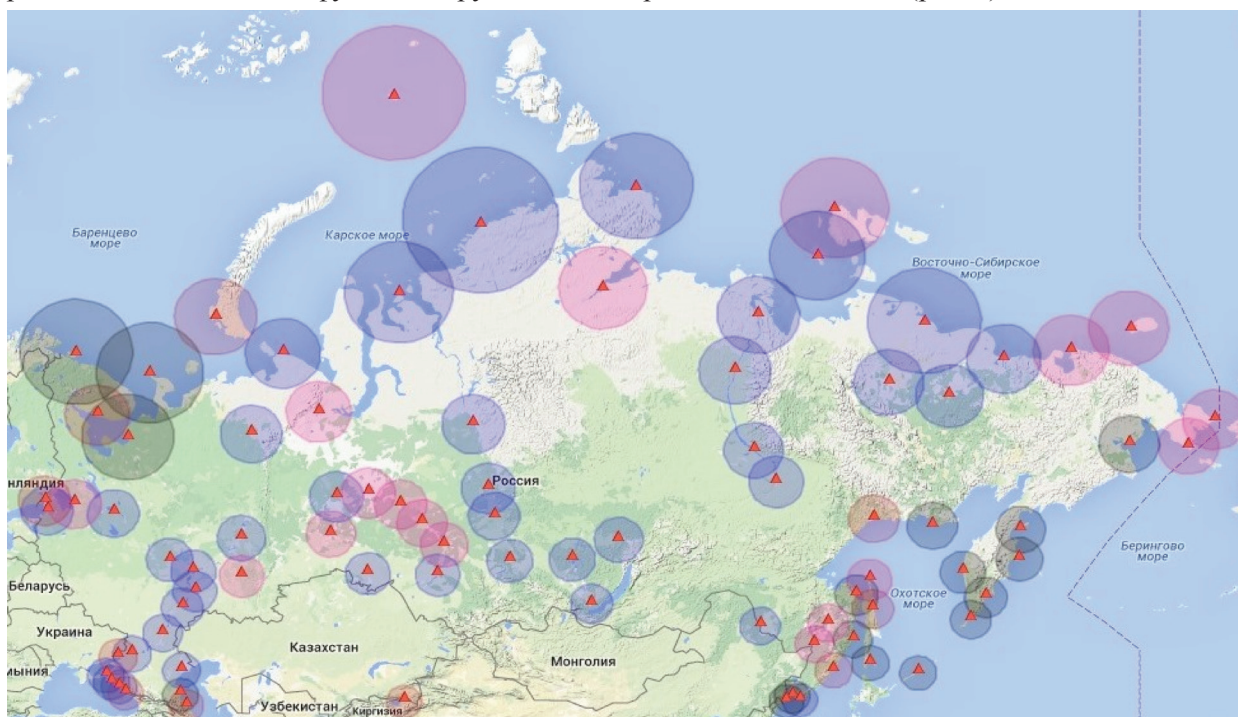


Рис. 2. Сеть контрольно-корректирующих станций на территории РФ

Исходя из представленной на рисунке схемы, можно отметить, что на данный момент основными районами покрытия дифференциального режима работы СРНС ГЛОНАСС/GPS в РФ являются:

- Арктический регион от Мурманска до Берингова пролива;
- восточная часть Финского залива и район порта Калининград;
- прибрежные воды Сахалина и Курильских островов;
- подходы к портам Владивосток, Находка и Восточный;
- подходы к портам Новороссийск, Таганрог и Керченскому проливу;
- подходы к устью Волги и порту Астрахань;
- подходы к порту Архангельск.

Для навигационного обеспечения судов речного флота дифференциальной подсистемой СРНС ГЛОНАСС/GPS покрыты участки ВВП РФ, для которых выполнены электронные навигационные карты (рис. 3). К таким районам относятся следующие:

- Волго-Балтийский бассейн;
- Волго-Донской бассейн;
- реки Обь, Иртыш, Енисей и Лена;
- река Амур.



Рис. 3. Покрывение внутренних водных путей РФ электронными навигационными картами

Для обеспечения надлежащего уровня безопасности плавания на ВВП РФ судоводителю необходимо непрерывно определять местоположение судна относительно оси судового хода, его кромок, берегов, а также отдельных опасностей. Данная задача может быть эффективно решена в случае совместного использования целого спектра навигационных систем, комплексов и приборов. Как свидетельствуют результаты натурных испытаний, в настоящее время с помощью дифференциальных дополнений глобальной навигационной спутниковой системы можно осуществлять практически непрерывные высокоточные местоопределения с дискретностью 1 – 5 с и точностью 1 – 5 м (95 %), что применительно к средней скорости движения судов на ВВП РФ составляет 15 км/ч [9], [10]. Естественно, наносить положение судна на навигационную карту с такой дискретностью в ручном режиме крайне сложно и неэффективно. Для решения данной задачи требуется использование электронных навигационных карт (ЭНК) и средств их отображения (система отображения электронных навигационных карт и информации (СОЭНК)). В таком случае будет использован так называемый *инструментальный метод судовождения*, основанный на применении современных технических средств и инфокоммуникационных технологий.

Кроме того, следует учитывать, что в настоящее время ежегодно наблюдается рост объемов перевозок, осуществляемых внутренним водным транспортом. Естественно, это сказывается на росте интенсивности движения речных судов и судов смешанного «река-море» плавания на ВВП РФ. В связи с высокой загруженностью как отдельных участков, так и всей Единой глубоководной системы, а также наличием лимитирующих участков, узкостей и участков с односторонним движением средняя скорость движения судов может быть крайне низкой. В результате этого судоводители осуществляют навигацию, руководствуясь лоцманским методом судовождения, т. е. с применением бумажных лоцманских карт и атласов, служащих для визуальной ориентировки на местности. Данный метод с точки зрения безопасности плавания при плохих гидрометеорологических условиях не всегда эффективен, так как в значительной степени ограничен физическими возможностями человека [5].

Использование локальных дифференциальных подсистем на ВВП РФ позволит вывести на новый уровень работы по содержанию водных путей, выполняемые Администрациями бассейнов ВВП с целью обеспечения безопасного плавания для судоводителей. Качественное обслуживание ВВП РФ зависит от использования современных автоматизированных производственных комплексов, предназначенных для сбора навигационно-гидрографической информации при производстве комплекса путевых работ. Процесс сбора навигационной информации приведен на рис. 4.

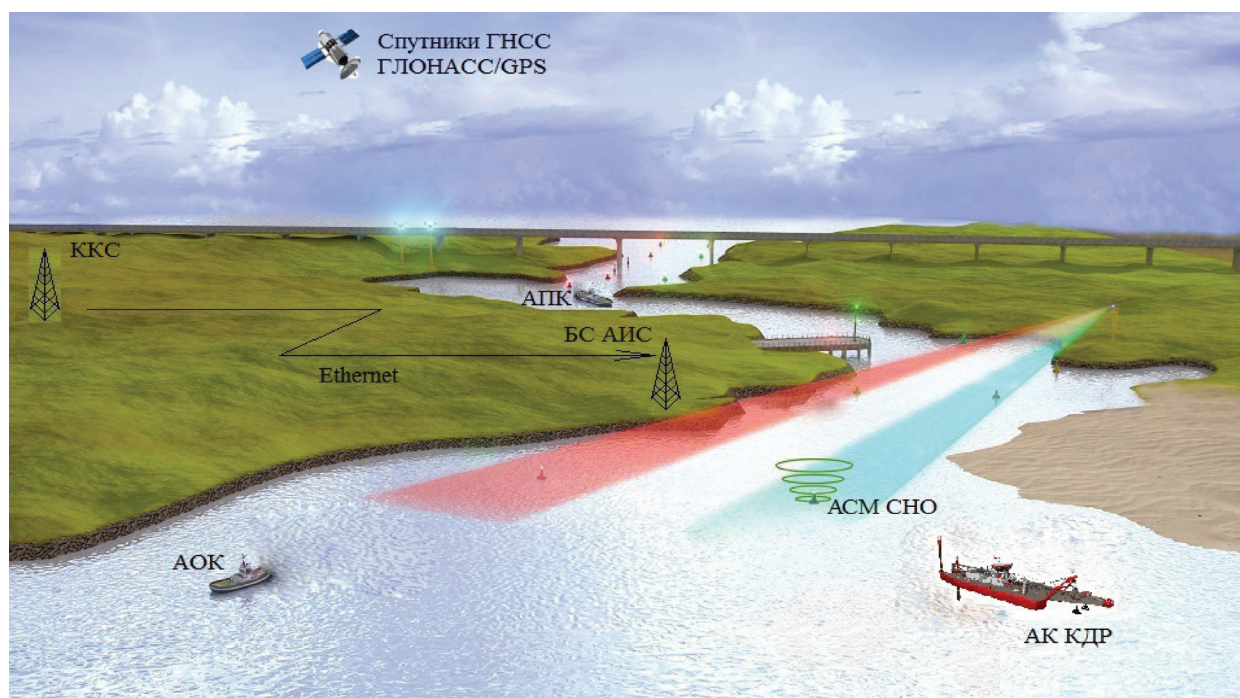


Рис. 4. Сбор навигационно-гидрографической информации на ВВП РФ

Для проведения путевых работ в автоматизированном режиме достаточно широко используются следующие виды навигационных комплексов [4], [7]:

– *автоматизированная система дистанционного мониторинга средств навигационного оборудования* (АСМ СНО) – предназначена для контроля состояния средств навигационного оборудования;

– *автоматизированный промерный комплекс* – предназначен для сбора и обработки навигационно-гидрографической информации и данных геодезического обоснования при производстве гидрографических работ для создания отчетных планшетов, а также накопления баз данных навигационной информации и последующего кодирования на их основе ячеек ЭНК;

– *автоматизированный обстановочный комплекс* – используется для сбора, обработки, хранения и передачи навигационной информации при производстве путевых работ, в том числе для

высокоточной расстановки и оперативного контроля состояния плавучих и береговых СНО, а также для контроля состояния фарватеров и судовых ходов;

– *автоматизированный комплекс контроля дноуглубительных работ* (АК КДР) – необходим для высокоточной постановки дноуглубительных снарядов на прорези при навигационно-гидрографическом обеспечении дноуглубительных работ.

Исходя из ранее изложенного, следует отметить, что для проведения полного комплекса путевых работ на ВВП РФ в автоматизированном режиме крайне необходимы разработка и внедрение перспективного автоматизированного трального комплекса, который позволит определять местоположения подводных препятствий и объектов, осуществлять технический осмотр судоходных гидротехнических сооружений, причальных стенок, а также передачу полученного результата в бассейновую базу данных ЭНК с целью обновления последней для поддержания ее на современном уровне [8].

Список литературы

1. Каретников В. В. Архитектура зон действия локальных дифференциальных подсистем, работающих для нужд внутреннего водного транспорта / В. В. Каретников. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. — 178 с.
2. Каретников В. В. Топология дифференциальных полей и дальность действия контрольно-корректирующих станций высокоточного местоопределения на внутренних водных путях / В. В. Каретников, А. А. Сикарев. — СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2013. — 526 с.
3. Каретников В. В. Моделирование топологической структуры зон действия контрольно-корректирующих станций дифференциальной системы ГЛОНАСС/GPS, установленных на реке Обь / В. В. Каретников, Ю. Н. Андриюшечкин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 1 (20). — С. 86–89.
4. Каретников В. В. Перспективы комплексирования речных инфокоммуникационных технологий для повышения безопасности судоходства на ВВП / В. В. Каретников, В. А. Бекряшев // Речной транспорт (XXI век). — 2014. — № 2 (67). — С. 49–53.
5. Каретников В. В. Топология зон действия локальных дифференциальных подсистем на внутренних водных путях России / В. В. Каретников, А. А. Сикарев // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. — 2009. — № 4. — С. 64–67.
6. Каретников В. В. Топология дифференциальных полей и дальность действия контрольно-корректирующих станций высокоточного местоопределения на внутренних водных путях / В. В. Каретников, А. А. Сикарев. — СПб.: Изд-во СПб.ГУВК, 2008. — 352 с.
7. Каретников В. В. Перспективы развития электронных навигационных карт внутренних водных путей Российской Федерации / В. В. Каретников, В. А. Бекряшев // Речной транспорт (XXI век). — 2014. — № 1 (66). — С. 30–33.
8. Сикарев А. А. Особенности проведения путевых работ перспективными автоматизированными тральными комплексами на внутренних водных путях российской федерации / А. А. Сикарев, В. В. Каретников, И. Г. Кузнецов, Р. В. Волков // Морская радиоэлектроника. — 2013. — № 4. — С. 34–38.
9. Каретников В. В. Топология зон действия локальных дифференциальных подсистем на внутренних водных путях России / В. В. Каретников, А. А. Сикарев // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. — 2009. — № 4. — С. 64–67.
10. Каретников В. В. Развитие и перспективы современных инфокоммуникационных систем для обеспечения судоходства на внутренних водных путях России / В. В. Каретников, А. А. Сикарев // Журнал университета водных коммуникаций. — 2010. — № 4. — С. 74–77.