



УДК 528:656.62



ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Спутниковая навигация и управление движением речных судов: концептуальные подходы



Олег СОЛЯКОВ

Oleg V. SOLYAKOV

Satellite Navigation and Riverboats' Shipping Control: Conceptual Approaches
(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 177)

В статье показано одно из основных направлений технической модернизации отрасли, базирующееся на внедрении наиболее передовых технологий и научных достижений в сфере глобальных навигационных спутниковых систем, без которых сегодня невозможна безопасная эксплуатация внутреннего водного транспорта. Центральное место при этом занимает разработка концептуальных подходов к решению стратегической задачи – обеспечению надежного управления судоходством за счет использования сплошного высокоточного радионавигационного поля дифференциальных подсистем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO на всем протяжении контролируемых водных путей, включая реки, озёра и водохранилища.

Ключевые слова: водный транспорт, глобальные навигационные спутниковые системы, внутренние водные пути, надежность судоходства, управление движением судов.

Соляков Олег Владимирович – кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе Московской государственной академии водного транспорта (МГАВТ), Москва, Россия.

В последние годы для реализации целей, сформулированных в «Концепции развития внутреннего водного транспорта РФ», Федеральное агентство морского и речного транспорта проводит системную организационно-техническую работу, направленную на создание на внутренних водных путях страны иерархической триады обеспечения надежности и безопасности судоходства: КРИС (корпоративная речная информационная система) – РИС (речная информационная служба) – АСУ ДС (автоматизированная система управления движением судов).

Одним из основных направлений совершенствования этой работы остается и становится все более приоритетным использование спутниковых навигационных систем и их функциональных дополнений для нужд внутреннего судоходства (реки, озёра, водохранилища). В рамках развития федеральной транспортной системы автором предлагается вариант концепции использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) в автоматизированных системах управления движением судов (АСУ ДС) на внутренних водных путях (ВВП).

ПРЕДПОСЫЛКИ И ТРЕБОВАНИЯ

22 июля 2003 года министерством транспорта была утверждена концепция создания и использования дифференциальных подсистем ГНСС ГЛОНАСС/GPS на внутреннем водном транспорте.

Концепция определяла основные принципы, цели, задачи и направления, связанные с условиями применения спутниковых навигационных систем на ВВП. В ней отмечалось, что государственная политика предусматривает обязательное использование ГНСС в целях обеспечения безопасности судоходства. В том числе это касалось, заметим, комбинированных ГЛОНАСС/GPS приёмников, отвечавших по своим характеристикам нормам ИМО и сертифицированных компетентными на это органами.

Концепцией намечалось создание на основе контрольно-корректирующих станций (ККС) дифференциальных подсистем (ДПС) на внутренних водных путях с передачей потребителям данных для каждого бассейна. На единой глубоководной системе (ЕГС) Европейской части России и участках рек с развитой инфраструктурой планировалось применять локальные ДПС с радиусом зоны действия 300–500 км, работающих в средневолновом диапазоне 283,5–325,0 кГц. Это позволяет на устьевых и других удобных речных отрезках пути использовать в интересах внутреннего водного транспорта морские дифференциальные подсистемы и унифицированный парк приемной аппаратуры дифференциальных сообщений, что важно для судов смешанного «река-море» плавания.

В течение 2002–2011 годов в рамках реализации федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система» предполагалось осуществить поэтапное комплексное внедрение дифференциальных подсистем ГНСС ГЛОНАСС/GPS, обеспечивающих высокоточное радионавигационное поле на магистральных реках (первоочередные бассейны: Волго-Балтийский, Московский, Волжский, Волго-Донской и Азово-Донской), где прогнозировалось увеличение грузопотоков более чем в 1,5 раза и которые включены в транспортный коридор «Север-Юг».

Последующий опыт показал, что наличием дифференциальных подсистем ГЛО-

НАСС/GPS решаются следующие практические задачи:

- высокоточное (до 10 метров для вероятности 95%) и надежное определение места судов при плавании по ВВП;

- внедрение на внутреннем водном транспорте на основе созданной инфраструктуры АИС системы контроля движения судов с опасными грузами и пассажирами, а также других судов, местоположение которых должно автоматически контролироваться;

- внедрение средств электронной картографии;

- выполнение специальных работ, реализуемых с помощью ДГНСС:

- обследование акваторий;

- прокладка трубопроводов;

- дноуглубительные работы и контроль за их выполнением;

- высокоточный промер глубин;

- гидрографическое траление;

- точное выставление плавучих средств навигационного ограждения;

- расчет и уточнение поправок, связанных с различием систем координат WGS-84, ПЗ-90 и Пулково 1942, применяемых разными ведомствами;

- оказание помощи в аварийных ситуациях и других чрезвычайных обстоятельствах.

Требования потребителей к радионавигационным системам (РНС) для обеспечения надежности судоходства наиболее полно сформулированы в проекте радионавигационного плана государств-участников СНГ в редакции 2011 года.

Для судов, использующих внутренние водные пути, исходными при определении таких требований являются: габариты судового хода, его глубина и соответствие главным размерениям судов (длина, ширина, осадка).

Требования речных потребителей к доступности РНС зависят от районов плавания:

- по единой глубоководной системе Европейской части России – не менее 99,8% за двухлетний период;

- по магистральным рекам Сибири – не менее 99,5% за двухлетний период.

Требования речных потребителей к целостности – не более 5 с. Частота определения места – не менее одного раза в 2 с.



**Требования потребителей к точности определенного места судна
в зависимости от районов плавания**

Решаемые задачи	Районы плавания	Точность измерения координат (СКП), м
Движение судна по внутренним водным путям	1. Озера, водохранилища	10,0...17,0
	2. Свободные реки: – Европейской части России – Сибири – других стран СНГ	2,5...5,0 2,5...7,5 -----
	3. Каналы	1,0...2,5

Таблица 2

**Требования потребителей к точности определенного места судна
для различных решаемых задач**

Решаемые задачи	Районы работ	Точность определения места (СКП), м
Гидрографические работы, расстановка знаков судоходной обстановки; поддержание заданных габаритов водного пути	Озера и водохранилища	2,0...3,5
	Свободные реки: – Европейской части России – Сибири – других стран СНГ	0,5...1,0 0,5...1,5 -----
	Каналы	0,2...0,5
Землечерпательные и дноуглубительные работы	Свободные реки и каналы	0,1...0,2
Прокладка кабелей и трубопроводов	Свободные реки и каналы	0,5
Диспетчерские задачи по мониторингу	ВВП России	50

Значение дифференциальной поправки должно обновляться не реже, чем через 30 с.

В таблице 1 приведены требования речных потребителей к точности определения места судна в зависимости районов плавания для крупногабаритных судов при оценке вероятности отсутствия навигационного происшествия более 0,997.

В таблице 2 приведены требования речных потребителей к точности определения места для различных решаемых задач

В 2015 году в ходе реализации федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» начаты опытно-конструкторские работы «Создание унифицированного ряда базовых модулей навигационных приёмников ГНСС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO для транспортного комплекса» со сроком окончания в 2017 году. Должны быть созданы унифицированные базовые навигационные и навигационно-процессорные модули, включая в том числе и программно-аппаратные и структурные решения, обеспечивающие сбор,

обработку навигационных потоков для применения в перспективных образцах соответствующих приборов.

Базовый модуль для морского и речного транспорта общего применения будет предназначен для получения текущих координат в режимах обычной, повышенной, высокой и прецизионной точности курса (при использовании двух или трёх приемников ГНСС), крена и дифферента (при использовании трёх приёмников ГНСС), времени, вектора скорости.

Базовый модуль для морского и речного транспорта дифференциальной глобальной навигационной спутниковой системы/автоматизированной идентификационной системы предполагает поиск текущих координат, времени, вектора скорости с учетом сигнала контрольно-корректирующих станций СВ-диапазона (ККС).

Анализ направлений научных исследований показывает, что навигационно-информационного обеспечения интеллектуальных транспортных систем с участием технологий ГЛОНАСС занимают в них

немалое место. Однако тематика информационного обеспечения систем управления движением судов на внутренних водных путях представлена пока недостаточно. Восполнить этот пробел и призвана предлагаемая автором концепция.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КОНЦЕПЦИИ

Стратегической целью концепции является разработка базовых положений по созданию и стратегии использования сплошного высокоточного радионавигационного поля дифференциальных подсистем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO на всем протяжении ВВП в интересах повышения надежности и безопасности судоходства на основе массового применения навигационной аппаратуры потребителей ГНСС, судовой аппаратуры АИС и береговых компонентов АСУ ДС.

Радионавигационное поле дифференциальных подсистем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO с использованием аппаратуры АИС будет способствовать обеспечению высокоточного определения координат местоположения, путевого угла, скорости относительно грунта и времени на речных судах для инструментальных методов их проводки, включая:

- плавание по маршруту в индикаторном режиме;
- автоматическое управление движением судна по заданной траектории;
- электронную картографию на ВВП;
- автоматизированные информационные системы, в том числе и АСУ ДС.

Внедрение современных методов судоходства повысит безопасность плавания, снизит риска экологических бедствий и катастроф на ВВП, а также даст значительные экономические выгоды за счет улучшения основных показателей транспортного процесса и повышения производительности труда при выполнении путевых работ, сокращения количества знаков навигационной обстановки.

Достижение цели предполагает решение следующих задач:

- *Анализ отечественного и зарубежного опыта массового использования навигационной аппаратуры потребителей ГНСС и их функциональных дополнений на транспорте и в смежных областях.*

Результаты такого анализа показывают, что в настоящее время при проведении

спутниковых геодезических работ широко используется режим кинематики реального времени (Real Time Kinematic – RTK в английском написании). Он предполагает вместе с кодовыми поправками или вместо них применять фазовые поправки к измерениям ГНСС, что обеспечивает определение текущих координат с погрешностью 0,1 м. Подобная точность полностью удовлетворяет требованиям речных потребителей, указанным в таблице 2.

- *Разработка технического обоснования повышения безопасности судоходства на ВВП за счет массового использования НАП ГНСС и их функциональных дополнений.*

Для обеспечения функционирования режима RTK требуется развёртывание береговых двухчастотных корректирующих станций, работающих в диапазонах частот L1 и L2. Для передачи поправок ККС на судовую НАП предлагается использовать радиоканал между береговой и судовой АИС, технические возможности для организации такого радиоканала имеются. Учитывая ограниченную дальность действия передатчиков береговых станций АИС, аппаратуру ККС можно разместить непосредственно на вышках береговых станций, где есть геодезическая привязка антенн и подведено электропитание. Такое совместное размещение аппаратуры и станций обусловлено также совпадением дальности действия функциональных дополнений ГНСС в режиме RTK (до 30 км) и береговых станций АИС (до 40 км), что позволяет покрыть радионавигационным полем дифференциальных поправок всю акваторию, на которую распространяются сигналы. Использование только кодовых поправок от ККС поможет определению текущих координат с погрешностью 5–10 метров, а вместе с фазовыми поправками – уменьшить погрешность до 0,1 метра.

- *Разработка требований к судовому и береговому оборудованию для ВВП с учетом гармонизации с документами международных организаций.*

Современные судовые приёмники НАП не предназначены для получения фазовых дифференциальных поправок. Потребуется создание новых судовых двухчастотных приёмников. В принципе эта проблема уже имеет научное решение, но замена приём-





ников неизбежна с вводом в действие европейской ГНСС GALILEO.

- *Формирование системы научного взаимодействия, кооперации вузов, способных эффективно дополнить систему отраслевых научно-исследовательских институтов.*

Сейчас такое научное взаимодействие во многом ослаблено. Решение задачи должно наладить регулярный обмен знаниями и технологиями между промышленностью и наукой.

- *Проведение ряда взаимосвязанных НИОКР для достижения целей реализации концепции.*

- *Планирование работ в отрасли для реализации целей концепции.*

Решение этих задач обеспечит создание научно-технического и экономического потенциала, необходимого для получения предусмотренных концепцией результатов.

ВЫВОДЫ

Использование глобальных навигационных спутниковых систем и их функциональных дополнений в автоматизированных системах управления движением судов на внутренних водных путях нуждается в концептуальном подходе. То есть в едином требовании как к применению навигационной спутниковой системы, так и к навигационной аппаратуре потребителя.

Программа развертывания контрольно-корректирующих станций и автоматизированных информационных систем для внутреннего водного транспорта в базовом варианте завершена, остается совершенствование методов и технологий, которые

обещают более надежную и безопасную его эксплуатацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение правительства Российской Федерации от 3 июля 2003 г. № 909-р «Об одобрении Концепции развития внутреннего водного транспорта РФ».
2. Федеральный закон № 24-ФЗ «Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации» от 7 марта 2001 г.
3. Соляков О. В., Гусев А. К. Требования к спутниковому позиционированию на внутренних водных путях России // Журнал Университета водных коммуникаций. – 2012. – Вып. 4 (16). – С. 131–134.
4. Соляков О. В. Обеспечение безопасного судоходства на внутренних водных путях с использованием навигационной аппаратуры потребителя // Вестник Государственного университета морского и речного флота им. адм. С. О. Макарова. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 112–116.
5. Hofmann-Wellenhop, B., Lichtenegger, H., Wasle E. GNSS-Global Navigation Satellite Systems (GPS, Glonass, Galileo and more), Springer, Wien, ISBN: 978–3–211–73012–6 New York, 2008, p. 545.
6. Соляков О. В., Зуев В. Ф. Основные аспекты повышения точности и местопредопределения судов на сложных участках внутренних водных путей (постановка задач) // Журнал Университета водных коммуникаций. – 2012. – Вып. 3 (15). – С. 160–165.
7. Соляков О. В., Зуев В. Ф., Ракитин В. Д. Особенности программного обеспечения приёмников ГНСС для речных судов внутреннего плавания // Водные пути России: строительство, эксплуатация, управление / Тезисы докл. междунар. научно-практ. конференции. – СПб.: СПГУВК, 2009. – С. 77–80.
8. Соляков О. В. Навигационная аппаратура потребителей для внутреннего водного транспорта // IT: вчера, сегодня, завтра / Материалы II-й научно-исследов. конференции студентов и аспирантов. – СПб.: ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2014. – С. 109–110.
9. Соляков О. В. Модель системы автоматического управления движением судна на внутренних водных путях // Современные концепции научных исследований: Материалы IV междунар. научно-практ. конференции // Европа-Азия. – 2014. – Вып. № 8. – С. 123–126. ●

Координаты автора: **Соляков О. В.** – solyakov1@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 20.11.2015, принята к публикации 18.12.2015.

SATELLITE NAVIGATION AND RIVERBOATS' SHIPPING CONTROL: CONCEPTUAL APPROACHES

Solyakov, Oleg V., Moscow State Academy of Water Transport, Moscow, Russia.

ABSTRACT

The article shows one of the main areas of technical modernization of the sector, based on the introduction of the most advanced technologies and scientific achievements in the field of global navigation satellite systems, without which safe operation of inland waterway transport is impossible nowadays.

Keywords: inland water transport, global navigation satellite systems, inland waterways, safety of navigation, riverboats' navigation control.

Background. In recent years, for the realization of the goals set out in the «Concept of development of Russian inland waterway transport», the Federal Agency of Sea and River Transport has conducted systemic organizational and technical work aimed at creating on the inland waterways of the country a hierarchical triad of reliability and safety of navigation: CRIS (corporate river information system) – RIS (river information services) – ACS RT (automated control system of river crafts traffic).

One of the main directions of improvement of this work is becoming more and more preferential use of satellite navigation systems and functional supplements to the needs of inland navigation (rivers, lakes, reservoirs). As part of the federal transport system development the author suggests the concept version of the use of global navigation satellite systems (hereinafter – GNSS) in automated control system of river crafts traffic (hereinafter – ACS RT) on inland waterways (hereinafter – IW).

Objective. The objective of the author is to consider the use of satellite navigation in the field of traffic control on inland waterways of Russia.

Methods. The author uses general scientific methods, comparative analysis, structural analysis, evaluation approach.

Results.

Prerequisites and approaches

On July 22, 2003 the Ministry of Transport has approved the concept of creation and use of differential subsystems GLONASS/GPS GNSS in inland water transport (hereinafter – IWT).

The Concept defines basic principles, goals, objectives, and areas related to the terms of use of satellite navigation systems in IWT. It was noted that public policy provides for the mandatory use of GNSS in order to ensure navigation safety. In particular it concerned, we note, combined GLONASS/GPS receivers, meeting according to their characteristics IMO standards and certified by the competent authorities on this.

The concept planned creation on the basis of control and correction stations (hereinafter – CCS) of differential subsystem (hereinafter – DS) on inland waterways with data transfer to consumers for each basin. On a single deep-water system (hereinafter – SDS) of the European part of Russia and parts of rivers with developed infrastructure it was planned to use local DS with coverage radius of 300–500 km, working in the medium range 283,5–325,0 kHz. This allows to use on estuarial and other convenient waterway segments to the benefit of inland waterway transport marine differential

The central place in this case belongs to the development of conceptual approaches to solving a strategic task – to ensure reliable control of navigation through the use of continuous high-precision radio navigation field of differential subsystems GLONASS/GPS/GALILEO throughout the controlled waterways, including rivers, lakes and reservoirs.

subsystems and the unified park of reception apparatus of differential messages, which is important for vessels of mixed «river-sea» navigation.

Over the years 2002–2011 within the framework of the federal target program «Global Navigation System» it was supposed to carry out a phased complex implementation of differential subsystems GNSS GLONASS/GPS, providing high-precision radio navigation field on the main rivers (the priority basins: the Volga-Baltic, Moscow, the Volga, Volga-Don and Azov-Don), where increase in traffic by more than 1,5 times was predicted, and are included in the transport corridor «North–South».

Subsequent experience has shown that the presence of differential subsystems GLONASS/GPS addresses the following practical tasks:

- High precision (up to 10 meters for 95% probability) and reliable determination of location of vessels when sailing on IW;
- The introduction on inland water transport on the basis of created infrastructure, AIS of traffic control system for ships with dangerous cargo and passengers, as well as other vessels, the location of which shall be automatically controlled;
- The introduction of electronic cartography;
- Implementation of special works, realized by means of DGNSS:
 - Inspection of water areas;
 - Laying of pipelines;
 - Dredging operations and monitoring their implementation;
 - High-precision soundings;
 - Hydrographic sweeping;
 - The exact exposure of floating aids to navigation;
 - Calculation and refinement of amendments related to the difference between coordinate systems WGS-84, PZ-90 and Pulkovo 1942 used by different agencies;
 - Assistance in emergency situations and other extreme situations.

Requirements of consumers for radio-navigation system (hereinafter – RNS) to ensure reliability of navigation are more fully set forth in the draft of radio navigation plan of CIS member states in the 2011 edition.

For vessels using inland waterways, the starting point for determination of such requirements are: size of navigable pass, its depth and consistency with main dimensions of vessels (length, width, draft).

River users' requirements for availability of RNS depend on navigation areas:

- on single deep-water system of the European part of Russia – not less than 99,8% over a two year period;



Requirements of consumers for accuracy of determined vessel location according to navigation areas

Solvable tasks	Navigation areas	Accuracy of coordinate measurement (RMS error), m
Movement of the vessel on inland waterways	1. Lakes, reservoir	10,0...17,0
	2. Open rivers of: – European part of Russia – Siberia – other CIS countries	2,5...5,0 2,5...7,5 -----
	3. Watercourse	1,0...2,5

Table 2

Consumers' requirements for accuracy of determined vessel location for different solvable tasks

Solvable tasks	Operation areas	Accuracy of coordinate measurement (RMS error), m
Hydrographic works, arrangement of signs of navigable situation; maintaining predetermined dimensions of the waterway	Rivers and reservoirs	2,0...3,5
	Open rivers of: – European part of Russia – Siberia – other CIS countries	0,5...1,0 0,5...1,5 -----
	Watercourses	0,2...0,5
Dredging operations	Open rivers and watercourses	0,1...0,2
Laying of cables and pipelines	Open rivers and watercourses	0,5
Dispatching tasks on monitoring	IW of Russia	50

• on main rivers in Siberia – not less than 99,5% over a two year period.

Requirements of river consumers for integrity – not more than 5 seconds. Frequency of determining the place – at least once every 2 seconds. The value of differential corrections must be updated at least every 30 seconds.

Table 1 summarizes the requirements of river users to determine the accuracy of the vessel location based navigation areas for large ships in the evaluation of the probability of lack of navigational accidents over 0,997.

Table 2 summarizes the requirements of river users for accuracy of determination of location for a variety of solvable tasks

In 2015, during the implementation of the federal target program «Promotion, development and use of GLONASS system for 2012–2020» were commenced development works «Creation of a unified set of basic modules of navigation receivers GNSS GLONASS/GPS/GALILEO for the transport complex» with termination date in 2017. Unified basic navigation and navigation-processor modules must be created, including, without limitation, software and hardware and structural solutions for collection, processing of navigation flows for use in prospective samples of corresponding instruments.

Basic module for maritime and river transport of general application is designed to get current coordinates in the modes of normal, elevated, high and precision accuracy of heading (using two or three GNSS receivers), lurch and trim difference (using three receivers GNSS), time, speed vector.

The basic module for sea and river transport of differential global navigation satellite system/automated identification system involves finding current coordinates, time, speed vector based on signal of control and correction stations MW-band (CCS).

Analysis of the areas of scientific research shows that navigation and information support for intelligent transport systems involving GLONASS technologies occupy a considerable place in them. However, the subject of the information support of traffic control systems for ships on inland waterways is presented not enough. The concept proposed by the author is designed to fill this gap.

Aims and objectives of the concept

The strategic goal of the concept is to provide the basic provisions on creation and strategy for the use of continuous high-precision radio navigation field of differential subsystems GLONASS/GPS/GALILEO throughout IW in order to improve reliability and safety of navigation on the basis of massive use of navigation equipment of GNSS users, shipboard equipment AIS and coastal components ACS RT.

Radio navigation field of differential subsystems GLONASS/GPS/GALILEO using AIS equipment will help to ensure high-precision determination of location coordinates, course angle, speed over ground and time on river crafts for instrumental methods of wiring, including:

- Sailing on route in the indicator mode;
- Automatic control of vessel traffic along a pre-determined track;
- Electronic cartography on IW;
- Automated information systems, including ACS RT.

Introduction of modern methods of ship navigation will enhance safety of navigation, reduce the risk of environmental disasters and accidents on IW, as well as provide significant economic benefits by improving basic performance of transport process and increase labor productivity when performing track operations, reduce the number of signs of navigation situation.

Achievement of goals requires solution of the following tasks:

• An analysis of domestic and foreign experience of mass use of navigation equipment GNSS users and their functional supplements in transport and related fields.

The results of this analysis show that at the present time during the satellite surveying real-time kinematic mode (Real Time Kinematic – RTK in English spelling) is widely used. It proposes along with code amendments, or instead of them to apply phase corrections to GNSS measurements, which provides the definition of the current position with an accuracy of 0,1 m. Such precision completely satisfies the requirements of river users, specified in Table 2.

• Development of technical justification of improving the safety of navigation on IW due to the mass use of NAP GNSS and their functional supplements.

For the operation of RTK mode the deployment of dual-frequency coastal corrective stations operating in the L1 and L2 frequency bands is required. To transmit CCS amendments to ship NAP it is proposed to use the ship's radio channel between shore and ship's AIS, technical possibilities for organization of such a radio channel are available. Given the limited range of the transmitters of AIS shore stations, CCS equipment can be placed directly on towers of coastal stations, where there is a geodetic connection of antennas and electrical power is supplied. This co-location of equipment and stations is also due to the coincidence of operating range of functional supplements to GNSS in RTK modes (up to 30 km) and coastal stations AIS (up to 40 km), which allows to cover with radio navigation field of differential corrections the entire water area, on which the signals propagate. Using only code amendments of CCS will help to determine current coordinates with an accuracy of 5–10 meters, and together with phase amendments – to reduce the error of up to 0,1 meters.

• Development of requirements for shipboard and shore facilities for IW, taking into account harmonization with documents of international organizations.

Modern ship receivers NAP are not designed for phase differential corrections. It is required to create new ship dual-frequency receivers. In principle, this problem already has a scientific decision, but the replacement of receivers is inevitable with the introduction of the European GNSS GALILEO.

• Formation of a system of scientific interaction, cooperation of universities, can effectively complete the system of sectoral research institutes.

Now such a scientific interaction is weakened in many respects. Solution of the problem should improve regular exchange of knowledge and technology between industry and science.

• Conduct a series of interconnected research and development to achieve the objectives of the implementation of the concept.

• Planning of works in the industry to implement the concept targets.

Solving these problems will ensure the creation of scientific, technical and economic capacity required to obtain results provided by the concept.

Conclusions. The use of global navigation satellite systems and their functional supplements in automated control system of ship traffic on inland waterways system needs a conceptual approach. That

is a common requirement as for the use of satellite navigation systems and navigation equipment of the consumer.

Deployment program of control and correction stations and automated information systems for inland water transport in the base version is completed, now it is the time for improvement of techniques and technologies that promise a more reliable and secure its operation.

REFERENCES

1. Decree of the Russian Government of July 3, 2003 № 909-р «On approval of the Concept of development of inland water transport of the Russian Federation» [*Rasporjazhenie pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 3 ijulja 2003 g. № 909-р «Ob odobrenii koncepcii razvitiia vnutrennego vodnogo transporta RF»*].

2. Federal Law № 24-FZ «Code of Inland Water Transport of the Russian Federation», March 7, 2001 [*Federal'nyj zakon № 24-FZ «Kodeks vnutrennego vodnogo transporta Rossijskoj Federacii» ot 7 marta 2001 g.*].

3. Solyakov, O. V., Gusev, A. K. Requirements for satellite positioning on inland waterways of Russia [*Trebovanija k sputnikovomu pozicionirovaniju na vnutrennih vodnyh putjah Rossii*]. *Zhurnal universiteta vodnyh kommunikacij*, 2012, Iss. 4 (16), pp. 131–134.

4. Solyakov, O. V. Safety of navigation on inland waterways by using consumer's navigation equipment [*Obespechenie bezopasnogo sudohodstva na vnutrennih vodnyh putjah s ispol'zovaniem navigacionnoj apparatury potrebitelja*]. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. adm. S. O. Makarova*, 2015, Iss. 1 (29), pp. 112–116.

5. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Wasle E. GNSS-Global Navigation Satellite Systems (GPS, Glonass, Galileo and more), Springer, Wien, ISBN: 978-3-211-73012-6 New York, 2008, 545 p.

6. Solyakov, O. V., Zuev, V. F. Main aspects of improving the accuracy of positioning of vessels in the difficult areas of inland waterways (problem setting) [*Osnovnye aspekty povyshenija tochnosti mestoopredelenija sudov na slozhnyh uchastkah vnutrennih vodnyh putej (postanovka zadach)*]. *Zhurnal universiteta vodnyh kommunikacij*, 2012, Iss. 3 (15), pp. 160–165.

7. Solyakov, O. V., Zuev, V. F., Rakitin, V. D. Features of software of GNSS receivers for river crafts of inland waterways [*Osobennosti programmnogo obespechenija prijemnikov GNSS dlja rechnykh sudov vnutrennego plavanija*]. Waterways of Russia: construction, operation, management. Abstracts of International Scientific conference, St.Petersburg, SPGUVK publ., 2009, pp. 77–80.

8. Solyakov, O. V. Consumer's navigation equipment for domestic water transport [*Navigacionnaja apparatura potrebitelja dlja vnutrennego vodnogo transporta. IT: vchera, segodnja, zavtra*]. IT: yesterday, today and tomorrow. Proceedings of II scientific research conference of students and Ph.D. students. St.Petersburg, GUMRF im. adm. S. O. Makarova, 2014, pp. 109–110.

9. Solyakov, O. V. Model of automated control system of vessel traffic on inland waterways [*Model' sistemy avtomaticheskogo upravlenija dvizheniem sudna na vnutrennih vodnyh putjah*]. Modern concepts of research: Materials of IV international scientific conference. *Europe-Asia*, 2014, Iss. 8, pp. 123–126. ●

Information about the author:

Solyakov, Oleg V. – Ph.D. (Eng.), associate professor, vice-rector for science and research of Moscow State Academy of Water Transport, Moscow, Russia, solyakov1@yandex.ru.

Article received 20.11.2015, accepted 18.12.2015.

