

М.И. ЖДАНОВИЧ
**КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ
ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ
СИСТЕМЫ ГЛОНАСС НА ОСНОВЕ
ПРИНЦИПОВ КВАЛИТОЛОГИИ**

Жданович М.И. Концепция развития модернизированной глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС на основе принципов квалитологии.

Аннотация. Проведен анализ современного состояния МГНСС ГЛОНАСС, выявлен круг проблемных вопросов, основной из которых — обеспечение качественного функционирования системы. С целью повышения точности определения местоположения потребителей системы предложена концепция развития МГНСС ГЛОНАСС на основе принципов квалитологии и использования современных информационных технологий за счет взаимосогласованной обработки информации в интересах качественного эфемеридного и частотно-временного обеспечения.

Ключевые слова: глобальная навигационная спутниковая система, ГЛОНАСС, навигационные космические аппараты, квалитология, квалитметрия, качество, концепция, принципы, эфемеридное обеспечение, частотно-временное обеспечение, информационные технологии.

Zhdanovich M.I. The conception of development of modernized global navigation satellite system GLONASS on the base of principles of kвалitologiya.

Abstract. The author made the analysis of modern state of GLONASS, determined problems, the main of which is the support of its qualitative work. In order to gain high accuracy of location for users of this system the conception of development of MG NSS GLONASS on the principle of kвалitologiya is given in this article. The problem is solved with the help of inter-consistency automatic information processing for qualitative ephemeris and time-frequency support.

Keywords: Global navigation satellite system, GLONASS, navigational space vehicles, kвалitologiya, quality, conception, principles, ephemeris support, time-frequency support, information technologies.

1. Введение. Современный этап развития Российской Федерации (РФ) характеризуется повышенными требованиями к эффективности и качеству функционирования сложных информационно-технических систем и комплексов. При этом стремительное развитие авиации, ракетной техники, морского флота и автомобильного транспорта привело к необходимости глобального развития средств навигации, геодезии и картографии. Модернизированная глобальная навигационная спутниковая система (МГНСС) ГЛОНАСС является важнейшей и неотъемлемой частью перспективных технических систем России [1]. Анализ задач, возлагаемых на систему, свидетельствует о необходимости по-

вышения качества прецизионного позиционирования потребителей [2, 3, 4].

Особое внимание к развитию ГЛОНАСС со стороны государства обусловлено тем, что МГНСС это:

1. Элемент стратегической государственной инфраструктуры, обеспечивающей национальную безопасность и ускорение экономического развития страны.

2. Государственная задача, сопоставимая по масштабу с реализуемыми национальными проектами.

3. Условие обеспечения «навигационной независимости» от США (GPS), Евросоюза (Galileo), Китая (COMPASS).

Качественное навигационное обеспечение потребителей — национальная идея, консолидирующая усилия государства и производителей в решении вопросов повышения авторитета страны в мировом сообществе, повышения качества жизни населения России [5].

2. Постановка проблемы. Исходя из важности функционирования и дальнейшего развития МГНСС в интересах государства, а также с целью обеспечения конкурентоспособности системы в сравнении с существующими и разворачиваемыми космическими навигационными системами, к ГЛОНАСС предъявляются повышенные требования по точности определения местоположения потребителей. Последнее время развитие системы велось в основном в направлении наращивания орбитальной группировки навигационных космических аппаратов (НКА). Требования первого этапа модернизации системы в целом выполнены. Однако отставание на 2–3 года в реализации программы развития наземного комплекса управления МГНСС ГЛОНАСС не позволяет обеспечить требования, предъявляемые к точности позиционирования потребителей, в процессе второго этапа модернизации.

Появившееся противоречие привело к возникновению проблемы поиска малозатратных, высокоэффективных путей и способов развития системы за счет повышения точности определения эфемерид НКА и точностных характеристик частотно-временного обеспечения (ЧВО) системы. При этом повышение технического уровня, конкурентоспособности МГНСС ГЛОНАСС и ее услуг должно базироваться на использовании достижений науки и внедрении прогрессивных методов и информационных технологий при полном соответствии требованиям международных, межгосударственных и государственных стандартов.

Проведенный анализ существующих источников по данной тематике [1–11] и исследование проблемных вопросов с учетом результатов испытаний и эксплуатации МГНСС ГЛОНАСС [12] показал необ-

ходимость связать в рамках единой концепции применение методологии теорий качества, оценки качества и синтеза системы управления качеством МГНСС ГЛОНАСС как на этапе испытаний, так и на этапе эксплуатации, с современным информационным подходом. Такой подход предусматривает комплексное решение вопросов качества и включает все фазы жизненного цикла системы на основе эффективной обратной связи и планирования качества, учитывающего конъюнктуру рынка.

Поэтому предлагается разработать концепцию развития МГНСС ГЛОНАСС на основе использования принципов квалитологии и информационных технологий, сосредоточив особое внимание на интегрированном совершенствовании методов и способов высокоточного эфемеридного и частотно-временного обеспечения (ЭО и ЧВО) МГНСС ГЛОНАСС. В такой постановке проблема ранее не рассматривалась.

3. Решение проблемы. С целью разработки концепции развития системы проведено комплексное исследование методологии моделирования и оптимизации в области измерения, оценки и управления качеством процессов и подсистем МГНСС ГЛОНАСС. В основу разработки положены принципы квалитологии с учетом триединства теории качества, квалитрии и теории управления качеством [6–11].

Объектом науки о качестве выступает качество предметов и явлений мира человека (его микрокосма и макрокосма). Это определяет синтетическое направление в методологической организации концептуальных основ квалитологии [6].

Предметом квалитологии информационно-технической сферы является как качество процессов и результатов в системах, так и качество самих этих систем. При этом аксиология качества информационно-технической сферы охватывает и эргономическую категорию, ибо информационно-технические комплексы — человеко-машинные комплексы.

Качество как объект исследуется всем комплексом наук. Поэтому квалитология относится к типу интегративных наук и формируется на основе синтеза теорий, исследующих под разными углами зрения свойства и качества создаваемых объектов и процессов. Квалитология позволяет синтезировать знания с использованием различных подходов к обобщению [10].

Поэтому для развития МГНСС ГЛОНАСС предлагается новая интегративная целостность научного знания о качестве:

- методологический синтез разных наук: технических, экономических, социальных, эргономических, связанных с управлением качеством и исследованиями его природы;
- онтологический синтез различных представлений о качестве объектов, процессов системы, с учетом системных и технологических аспектов;
- аксиологический синтез соответствующих знаний и методов оценивания качества создаваемых объектов и процессов;
- прагматический синтез знаний о качестве, ориентированный на решение проблемы качества в конкретной информационно-технической области.

Таким образом, квалитология становится научно-практическим, политеоретическим, проблемно-ориентированным научным комплексом развития МГНСС. Триединство квалитологии заключается в единстве теории качества, квалитрии и теории управления качеством. Теория качества исследует законы, закономерности и принципы формирования и реализации качества объектов и процессов. Квалитрия исследует законы, принципы и методологию оценки и измерения качества. Теория управления качеством изучает законы, принципы, методологию и технологию управления качеством продуктов труда и работ [7, 8, 9].

Теория качества и квалитрия служат базисом развития теории управления качеством, которая синтезирует в себе их результаты. Структура этого единства для МГНСС раскрывается в форме взаимодействующих теоретических модулей с единым циклом управления. Триединство обеспечивается: единством понятийной системы; единой системой взаимосвязанных принципов и классификаций; взаимоувязанностью законов и принципов теории качества, квалитрии и теории управления качеством.

Использование квалитологии для развития МГНСС ГЛОНАСС как проблемно-ориентированного научно-практического междисциплинарного комплекса через механизм синтеза поставило задачи глубокого осмысления категории качества, комплекса законов, определяющих жизненный цикл системы.

Теория качества выполняет функцию структурного стержня квалитологии [8]. В ней могут быть выделены несколько концептуальных уровней со своими понятийными подсистемами: системно-методологический уровень концептуального аппарата теории; информационно-технический уровень; социально-экономический уровень концептуального аппарата теории; концептуальный уровень теории;

законы и принципы теории качества; формально-логический уровень теории; система классификаций свойств и показателей качества. При этом вся структура концептуального аппарата теории качества — развертывание содержания категории качества в теорию качества создаваемых объектов и процессов.

Концептуальные модули-подсистемы включают: «качество–свойство»; «качество–система»; «качество–количество» и др. [8]. Их взаимодействие позволяет раскрыть синтетичность и системность категории качества через сложный процесс движения от абстрактно-теоретического уровня к прагматическому уровню решения проблемы качества в информационно-технической сфере, в том числе для МГНСС ГЛОНАСС.

Структура основных семантика-категориальных моментов качества определяет систему основных аспектов качества как объекта управления. Таким образом, система определения качества раскрывает категорию как понятийную систему, в которой заложены противоречия, отражающие ее возможность описывать функционирование и развитие системы, т. е. ее системогенетику. Динамика потенциального качества системы — основа понимания качества развития и интенсификации развития. Интенсификация развития реализуется в форме цепи циклов качества и циклов жизни системы, реализуется на ее траектории развития. Особое место принадлежит категории конечного результата [7].

Для использования методологии квалитологии в процессе развития МГНСС ГЛОНАСС сформированы следующие *принципы*:

1. Целостности (эмерджентности) — фиксирует появление нового качества у целого объекта, несводимого к качествам его частей.

2. Структурности, расчлененности качества — определяет существование структурного представления качества (важного для квалитметрии) в виде структуры свойств, функций или в виде структуры качеств частей, или их единства [8].

3. Иерархической организации структуры качества — служит основой правил декомпозиции качества по свойствам, функциям, элементам с построением «деревьев свойств», «деревьев функций» и т. п., используемых при оценке качества.

4. Выделения внешней и внутренней структур качества — фиксирует наличие в качестве объекта системы внутренних отношений между свойствами, качествами частей в пределах целого и системы внешних отношений качества объекта с внешней средой.

5. Динамичности — определяет понимание свойств и качества как функции времени.

6. Функционально-кибернетической эквивалентности качества — отражает возможность соизмерения различных качеств по отдельным свойствам, группам или классам свойств, функциям, структурам.

7. Относительности — распространяет свое действие на все основные категории качества: свойства, структуру, границы.

8. Отражения качества процесса в качестве результата на выходе этого процесса — является формой реализации закона системного наследования.

9. Жизненного цикла — является комплексным принципом, развивающимся в контексте теории циклов качества.

10. Единства качества и количества — углубляет категорию границы качества, его меры. Количество выражает развитость свойств объекта, системы, процесса «внутри качества».

Для реализации на практике идеи интегративного повышения точностных характеристик эфемерид НКА и высокоточном ЧВО МГНСС ГЛОНАСС на основе принципов квалитологии необходимо использование современных информационных технологий. Это обусловлено тем, что информационные подсистемы ЭО и ЧВО представляют собой комплекс разрозненных приложений, использующих различные способы хранения данных, дублирующих информацию, отличающихся по пользовательскому интерфейсу и системам обеспечения безопасности и функционирующих на различных программно-аппаратных платформах. Для синтеза подсистемы ЭО и ЧВО предлагается использовать рациональный процесс архитектурного моделирования информационных технологий с учетом следующих технических парадигм, как моделей постановки проблемы и ее решения [11, 12]:

– объектно-ориентированная парадигма, в рамках которой используется объектно-ориентированный подход к структуризации информационных систем (ИС) на всех этапах ее жизненного цикла;

– компонентно-ориентированная парадигма, исходящая из принципов сборочного проектирования, конструирования и производства ИС, в основе которых лежат программные компоненты как единицы сборки;

– сервисно-ориентированная парадигма, применение которой базируется на идее массового сервисного обслуживания пользователей ИС по их запросам.

Структурная схема концепции развития МГНСС ГЛОНАСС может быть представлена в виде блоков, соединенных информационны-

ми связями. В основе функционирования и взаимосвязи блоков положены принципы квалитологии и технические парадигмы ИС. Основными функциональными элементами являются:

- блок теорий квалитологии, состоящий из баз знаний (БЗ) теории качества, БЗ квалитметрии, БЗ теории управления качеством. Данные базы в процессе функционирования системы подключаются к блокам ЭО и ЧВО системы;

- блоки ЭО и ЧВО МГНСС ГЛОНАСС состоят из баз данных программных комплексов, систем и средств, а также БЗ моделей, методов, методик и алгоритмов ЭО и ЧВО. Из данных баз формируется состав интегрированной подсистемы МГНСС ГЛОНАСС.

- блок проверки адекватности, достоверности и точности моделей и методов подсистемы;

- блок оценки качества функционирования средств подсистемы;

- блок выбора рационального состава средств и методов измерений подсистемы;

- блок измерения эфемерид НКА и закладок частотно-временных поправок;

- альманах МГНСС ГЛОНАСС;

- потребитель МГНСС ГЛОНАСС.

При этом главный упор делается на использование информационных технологий с позиций обеспечения качества функционирования МГНСС ГЛОНАСС. Значения характеристик качества оцениваются, и если значения не соответствуют требованиям, то в построении ИС должен происходить возврат к предшествующим шагам моделирования для внесения коррекций в структуру или даже для принятия новых решений [12].

5. Заключение. Проведенные исследования методологии обеспечения качества сложных информационно-технических систем позволили сделать вывод о том, что квалитология методологически концептуально организуется на основе принципа триединства — единства теории качества, квалитметрии и теории управления качеством, при этом каждая из теоретических компонент имеет многоуровневую методологическую организацию. Выполненные обобщения определили исходные посыпки развития МГНСС ГЛОНАСС — качество есть сложная многоаспектная категория, которая представляет собой систему внешних и внутренних моментов, и не может быть однозначно определена одной какой-либо дефиницией.

Поэтому необходимо рассматривать качество как систему: качество процессов и качество результатов в МГНСС ГЛОНАСС. Для это-

го выделены основные принципы квалитологии. К важнейшим принципам и системным законам отнесены: принципы целостности и структурности, динамичности и функционально-кибернетической эквивалентности, отражения качества процессов в качестве результатов, жизненного цикла и цикла качества, единства качества и количества. Каждый из системных законов-принципов может быть осмыслен полностью только в системе их взаимодействия.

Основная идея концепции развития МГНСС ГЛОНАСС заключается в использовании принципов квалитологии и современных информационных технологий для повышения точности определения местоположения потребителя за счет взаимосогласованной обработки информации в подсистемах ЧВО и ЭО. Для реализации концепции на практике необходимо использование объектно-ориентированной, компонентно-ориентированной и сервисно-ориентированной технических парадигм.

Изложенная концепция развития МГНСС ГЛОНАСС позволила наметить направления дальнейшего исследования в этой сфере, основными из которых являются:

- использование ИС для оценки состояния НКА при возникновении нештатных ситуаций при запуске НКА и неисправностях бортовой аппаратуры;
- взаимная синхронизация НКА по межспутниковым каналам;
- использование НКА на стационарных орбитах для увеличения времени навигации потребителей в заданных географических районах.

Практический эффект от внедрения разработанного научно-методического аппарата состоит в увеличении точности прогноза эфемеридной информации, уменьшении составляющих погрешностей при формировании бортовых шкал времени НКА, увеличении точности взаимной синхронизации системы и, следовательно, повышении точности навигационных и временных определений потребителем МГНСС ГЛОНАСС в 1,5–2 раза [12].

Литература

1. *Власов И.Б.* Глобальные навигационные спутниковые системы: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. 182 с.
2. *Богданов М.Р.* Применение GPS/ГЛОНАСС: учеб. пособие. Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект», 2012. 136 с.
3. *Красовский П.А.* Метрология космических навигационных спутниковых систем: монография.: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2009. 216 с.
4. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. М.: Радиотехника, 2005. 688 с.

5. *Макаренко Д.М., Потюпкин А.Ю.* Современное состояние и перспективы развития космических систем. М.: МО РФ, 2005. 177 с.
6. *Субетто А.И.* Квалитативизм: философия и теория качества. Квалитология, качество жизни, качество человека и качество образования: сочинения: в 8т. Т.8. Кн. 1 / под ред. Л.А. Зеленова. СПб., 2009. 392 с.
7. *Рашников В.Ф., Салганик В.М., Шемшурова Н.Г.* Основы квалиметрии. Инструменты и системы управления качеством: учеб. пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2012. 344 с.
8. *Мурашев Ю.Г., Гайков-Алехов А.А.* Квалиметрический анализ: учеб. пособ. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т. 2006. 108 с.
9. *Кириллов В.И.* Квалиметрия и системный анализ: учеб. пособие. 2-е изд. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. 440 с.
10. *Майнцер Клаус.* Сложносистемное мышление: Материя, разум, человечество. Новый синтез: пер. с англ. / под ред. и с предисл. Г.Г. Малинецкого. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 464 с.
11. *Гагарина Л.Г., Петров А.А.* Современные проблемы информатики и вычислительной техники: учеб. пособие. М.: Изд. дом «ФОРУМ»: ИНТРА-М, 2011. 368 с.
12. *Жданович М.И., Бондарева М.К., Кожинов Л.А.* Научно-методическое обоснование повышения качества эфемеридного и частотно-временного обеспечения модернизированной глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС // Под ред. Ждановича М.И. Краснознаменск: Войсковая часть 32103, 2010. 235 с.

Жданович Михаил Иванович — кандидат технических наук, доцент, начальник научно-технического управления. Область научных интересов: теория управления, качества, информационные и навигационные системы. Число научных публикаций — 57. Ул. Октябрьская, д.3, г. Краснознаменск Московской области, РФ; тел. / факс +7(495)-38-57, e-mail; zhdanovich-1964@mail.ru.

Zhdanovich Mikhail Ivanovich — PhD in technical sciences, assistant professor, head of scientific-test direction. Research interests: control theory, quality theory, information and navigation systems. Number of research publications: 57. Oktyabrskaya street, 3, Krasnoznamensk, Moscow region, Russia; office phone/fax +7(495)-38-57, e-mail; zhdanovich-1964@mail.ru.

Рекомендовано ЗАО «СКБ Орион», д.т.н., профессор, заместитель Генерального конструктора Охтилев М.Ю.

Статья поступила в редакцию 13.06.2013.

РЕФЕРАТ

Жданович М.И. Концепция развития модернизированной глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС на основе принципов квалитологии.

Проведен анализ современного состояния модернизированной глобальной навигационной спутниковой системы (МГНСС) ГЛОНАСС. Анализ показал: МГНСС ГЛОНАСС является важнейшей и неотъемлемой частью перспективных технических систем России; последнее время развитие системы велось в основном в направлении наращивания орбитальной группировки навигационных космических аппаратов (НКА). Требования первого этапа модернизации системы в целом выполнены. Однако в процессе второго этапа выявлен ряд проблемных вопросов, основным из которых является обеспечение качественного функционирования элементов системы и обеспечение высокой точности позиционирования потребителей. Актуальность данной проблемы усиливается в связи с тем, что развитие МГНСС ГЛОНАСС позволит обеспечить конкурентоспособность страны в мировом сообществе и повышение качества жизни населения России.

С целью повышения точности определения местоположения потребителей системы предложена концепция развития МГНСС ГЛОНАСС на основе принципов квалитологии. Основные принципы квалитологии базируются на основе принципа триединства — единства теории качества, квалитрии и теории управления качеством. Для реализации на практике идеи предлагается интегративное повышение точностных характеристик эфемеридного и частотно-временного обеспечения (ЭО и ЧВО) МГНСС ГЛОНАСС с использованием современных информационных технологий.

Научная новизна проведенных исследований заключается в приложении методов и подходов квалитрии к новому объекту — МГНСС ГЛОНАСС, с учетом как качества информационных процессов в системе, так и качества получаемых результатов при взаимосогласованной обработке информации в подсистемах ЭО и ЧВО.

Практический эффект от внедрения разработанного научно-методического аппарата и предложений состоит в увеличении точности прогноза эфемеридной информации, уменьшении составляющих погрешностей при формировании бортовых шкал времени НКА, увеличении точности взаимной синхронизации системы и, следовательно, повышении точности навигационных и временных определений потребителем МГНСС ГЛОНАСС в 1,5–2 раза.

SUMMARY

***Zhdanovich M.I.* The conception of development of modernized global navigation satellite system GLONASS on the base of principles of *kvalitologiya*.**

The author made analysis of modern state of modernized global navigation satellite system GLONASS. It stated: GLONASS is the most important and integral part of long-term technical systems of Russia. Recently the development of the system was mainly in the direction of increasing navigation space vehicles. Demands of the first part of modernization of this system have been done. But the second part this system revealed a number of problematic questions. The main problems are: providing of quality work of system on the whole and high accuracy of determination for consumers. The urgency of this problem is increasing in connection with the fact, that GLONASS will ensure the world position of the country in competition and increase the quality of life for population in Russia.

In order to gain high accuracy of determination for user of the system the conception of modernization GLONASS on the principles of *kvalitologiya* is offered. The main principles of *kvalitologiya* are based on combination of three principles: unity of theory quality, *kvalimetrii* and theory of quality control. With the purpose of realization of accuracy characteristics of ephemeris and time frequency support with the using of modern information technologies is offered.

The scientific novelty of investigations, which have been done, is in application of methods and approaches of *kvalimetriya* to new object — MGNSS GLONASS with the account of quality of information processes in this system and the quality of obtaining results during close cooperation of information processing in systems of ephemeris and Time-Frequency support as well.

Practical effect from using this investigates scientific-methodical apparatus is in increasing of accuracy prognosis of ephemeris information, in decreasing of scale errors of space vehicles, in increasing accuracy of mutual synchronization of the system and consequently in increasing of accuracy of navigation and time determinations for users of MGNSS GLONASS in 1,5–2 times.