



# ММЮ

## измерений

www.ria-stk.ru/mi

7  
2014

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ – ПО АСОМИ



Централизованный учет и управление  
парком измерительных приборов

Графики: планирование и организация  
метрологических работ, ТОиР

Отчеты: набор готовых, создание  
новых, автоматическая рассылка

Интеграция: совместимость  
с используемым на предприятии ПО

Поддержка: полный цикл – поставка,  
обучение, внедрение, сопровождение

Совместимо с АИС  
“Метрконтроль”

Письмо  
Ростехрегулирования  
от 01.02.2010

**НОВОСОФТ**  
www.novosoft.ru  
asomi@novosoft.ru  
Тел.: 8 (383) 330 34 76



Тема номера:  
**Арктика**



# 7-й Международный симпозиум МЕТРОЛОГИЯ ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВА

Организационный комитет  
7-го Международного симпозиума  
“Метрология времени и пространства”  
приглашает принять участие в Симпозиуме,  
который состоится с 17-го по 19 сентября 2014 г.  
в Суздале (Золотое кольцо России)  
в гостиничном комплексе “Пушкарская слобода”

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ  
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических  
и радиотехнических измерений» ФГУП «ВНИИФТРИ»  
(генеральный спонсор Симпозиума)

ЗАО «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ «ТЕСТ – ПРИБОР»  
(техническое обеспечение и организация проведения Симпозиума)

Для участия в Симпозиуме необходимо:

- ознакомиться с условиями проведения Симпозиума на сайте ЗАО “ИТ “Тест-Прибор” <http://ittestpribor.ru/>;
- не позднее 30 июля 2014 г. заполнить заявку на участие в Симпозиуме и выслать по e-mail: [ugnivenko78@mail.ru](mailto:ugnivenko78@mail.ru) или тел./факсу (499) 346-41-00;
- вместе с электронным подтверждением Вашей регистрации получить договор и счет на оплату участия в Симпозиуме.

Справки по тезисам докладов и предложениям к программе Симпозиума можно получить у представителя ФГУП «ВНИИФТРИ» Жарикова Андрея Ивановича:  
e-mail: [symposium@vniiftri.ru](mailto:symposium@vniiftri.ru), тел. (+7915) 338-19-22, факс (+7495) 660-17-41

Справки по общим вопросам участия в Симпозиуме, демонстрации экспонатов, размещения рекламных материалов, оформления заявок, договоров и оплаты участия в Симпозиуме можно получить у представителя ЗАО “ИТ “Тест-Прибор” Угнивенко Светланы Евгеньевны: e-mail: [ugnivenko78@mail.ru](mailto:ugnivenko78@mail.ru), моб. тел. (+7905) 757-66-57 тел./факс (+7499) 346-41-00

16+

Ежемесячный  
метрологический  
научно-технический  
журнал

Основан в марте 2001 г.

Учредители



ООО "РИА "Стандарты  
и качество"

Общероссийская  
общественная организация  
"Всероссийская  
организация качества"

Генеральный директор  
Н.Г. Томсон

Редакционный совет  
Ю.В. Тарбеев, председатель  
Ю.С. Васильев  
М.В. Балаханов  
И.Ф. Шишкин  
Н.П. Муравская  
Н.Н. Новиков  
О.А. Сперанский  
Н.Г. Томсон  
В.П. Иванов

Тел.: (495) 771 6652,  
988 8434  
Факс: (495) 771 6653  
E-mail: mi@mirq.ru  
mi.55@mail.ru

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС 77-33231 от 26.09.2008

Журнал входит в базу данных РИНЦ  
на платформе Elibrary.ru

При перепечатке материалов  
ссылка на журнал и его электронную  
версию обязательна

Редакция не несёт ответственность  
за содержание рекламы

Подписные индексы:  
каталог агентства  
"Роспечать" – 80407,  
объединённый каталог – 39445

Подписано в печать 26.06.2014  
Бумага мелованная матовая 60×90/8.  
Печать офсетная. Усл. п. л. 8.  
Тираж 1000. Свободная цена.  
Заказ 154182

Отпечатано в типографии "Вива-Стар".  
107023, Москва,  
ул. Электровзводская, д. 20



© ООО "РИА "Стандарты и качество", 2014



# ММИО Измерений

7 (161) 2014

ТЕМА НОМЕРА: **АРКТИКА**

С.А. Платонов, Т.С. Буряк, А.Н. Горовой, А.А. Бермишев, В.Л. Лапшин  
Проблемы навигации и высокоточного позиционирования в Арктике и пути их решения ..... 3

А.Ф. Глазовский, Ю.Я. Мачерет  
Радиолокационные измерения толщины ледников Арктики ..... 10

Д.Д. Рогов, В.М. Выставной  
Исследование параметров распространения дециметровых радиоволн на сети трасс  
наклонного зондирования ионосферы в арктическом регионе РФ ..... 20

## АКТУАЛЬНОЕ ИНТЕРВЬЮ

Г.И. Джанджгава  
Дело, у которого нет хозяина, – бесполезное дело ..... 28

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПОВ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ** ..... 33

## ТЕОРИЯ. ЭКСПЕРИМЕНТ. ПРАКТИКА

А.И. Шевченко  
Проверка, измерения и сличения как основные виды метрологической деятельности ..... 35

Э.И. Цветков  
Объект измерений, модель объекта измерений и истинное значение измеряемой  
величины ..... 41

## КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ. СОБЫТИЯ

В.И. Матвеев  
Экспо Контроль 2014 ..... 47

Лаборатория льда. Искусство и наука ..... 52

## ВЕЛИКОЕ ПРОШЛОЕ

Д.В. Киселёв  
Объект "А": космофизические исследования на Земле Франца-Иосифа в начале  
1950-х годов ..... 54

М.В. Дукальская  
Научные приборы в коллекции Российского государственного музея Арктики  
и Антарктики ..... 58



В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:  
**НАВИГАЦИЯ**

Реклама в номере:

ЗАО "ИТ "Тест-Прибор" – 2-я с. обложки •  
ЗАО "НПЦентр" – 34 •  
ООО "АйТий" – 19 •  
ООО "Вибра Рус" – 3-я с. обложки •  
ООО "Новософт развитие" – 1-я с. обложки •  
Connectica Lab – 4-я с. обложки •

## Подписка

принимается во всех отделениях связи

**80407** каталог агентства "Роспечать"

**39445** объединённый каталог

**10968** каталог МАП "Почта России"



# ММЮ Измерений

MEASUREMENTS WORLD

7 (161) 2014

## MAIN FEATURE: THE ARCTIC

*S.A. Platonov, T.S. Bur'jak, A.N. Gorovoj, A.A. Bermishev, V.L. Lapshin*  
**Problems of Navigation and Precise Positioning within Arctic and the Ways to Solve Them..... 3**

*A.F. Glazovsky, Ju.Ja. Macheret*  
**Radar Measurements of Arctic Glaciers' Thickness ..... 10**

*D.D. Rogov, V.M. Vystavnoj*  
**Decametric Waves Propagation Parameters Exploration at the Network of Oblique-Incidence  
 Ionospheric Sounding Traces in Russian Arctic Region ..... 20**

### TOPICAL INTERVIEW

*G.I. Dzhandzhgava*  
**Business Lacking Master is an Idle Business..... 28**

### APPROVING TYPES OF MEASURING INSTRUMENTS ..... 33

### THEORY. EXPERIMENT. PRACTICE

*A.I. Shevchenko*  
**Verification, Measurements and Comparisons as the Main Sorts of Metrological Activity..... 35**

*Eh.I. Tsvetkov*  
**Measurement Object, Model of Measurement Object and True Value of Measurand ..... 41**

### CONFERENCES. EXHIBITIONS. EVENTS

*V.I. Matveev*  
**Expo Control 2014 ..... 47**

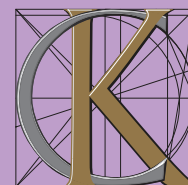
**The Ice Laboratory. Art & Science ..... 52**

### GREAT PAST

*D.V. Kiseljov*  
**The "A" Object: Space Physics Research at The Franz Josef Land in the Beginning of 1950s ..... 54**

*M.V. Dukal'skaja*  
**Scientific Instruments in the Collection of the Russian State Museum of Arctic and Antarctic ..... 58**

▶ IN THE NEXT ISSUE:  
**NAVIGATION**



РИА СТАНДАРТЫ  
И КАЧЕСТВО

**Издатель**  
**ООО "РИА "Стандарты  
и качество"**

#### Редакция

Главный редактор  
С.В. Новиков  
Заместитель главного редактора  
А.Я. Стефанова  
Ответственный секретарь  
Е.Д. Куничева  
Редактор  
Е.А. Ремнева

#### Вёрстка

А.М. Федотов

#### Директор по развитию бизнеса

А.И. Анискин  
(495) 988 0689

#### Исполнительный директор

Н.В. Кунафеева  
Тел.: (495) 771 6652, 988 8434

#### Начальник отдела продаж (подписка)

О.В. Абрамова

#### Менеджеры по работе с клиентами

А.В. Сафроньева  
Ю.С. Шапкина  
Тел.: (495) 258 8436  
Факс: (495) 258 8437  
E-mail: podpiska@mirq.ru

#### Начальник отдела маркетинга

А.И. Колесников

#### Менеджеры

Г.Л. Смирнова  
Е.В. Науменко  
Т.С. Багратян  
E-mail: reklama@mirq.ru

#### Директор по федеральным проектам

Л.И. Гаруськина  
(495) 771 6652 доб. 127  
E-mail: liga@mirq.ru

#### Заместитель директора

Е.В. Соловьёва  
(495) 771 6652 доб. 333  
E-mail: riastk27@mirq.ru

#### Интернет-магазин

www.ria-stk.ru

#### Адрес редакции

115280, Москва  
ул. Мастеркова, д. 4  
"РИА "Стандарты и качество"  
DUNS номер международной  
системы идентификации  
бизнесов D&B: 354699405

**Subscribe**  
"Mir Izmereniy" (Measurements World)

In Russia, CIS, Baltic states  
"Rospechat" Agency  
www.rosp.ru

In other countries  
"MK-Periodica" agency  
www.periodicals.ru

# Проблемы навигации и высокоточного позиционирования в Арктике и пути их решения

*Проанализированы основные проблемы, которые нужно решать в Арктике в области высокоточной навигации и радиосвязи. Рассмотрен вариант применения высокоточного режима позиционирования “Precise Point Positioning” (PPP) – точного точечного позиционирования. Приведены результаты экспериментальных исследований с оценкой точности позиционирования в режиме PPP с использованием высокоточной эфемеридно-временной информации (ЭВИ) для ГНСС ГЛОНАСС и GPS в виде: поправок реального времени для кинематического и статического решений; прогнозной ЭВИ формата SP3 Ultra Rapid; уточнённой ЭВИ формата SP3 Final в режиме постобработки.*

*Предложен вариант доставки в реальном времени потребителю поправок к штатной ЭВИ с использованием мощной цифровой наземной радиовещательной сети стандарта DRM-30.*

**С.А. Платонов**

**Т.С. Буряк**

**А.Н. Горовой**

ЗАО “СОКБ “Вектор”, Москва

**А.А. Бермишев,**

кандидат технических наук

**В.Л. Лапшин**

ИАЦ КВНО ЦНИИ маш, г. Королёв  
Московской обл.

Арктика в настоящее время является одним из важнейших стратегически значимых регионов на планете. Считается, что четвертая часть мировых запасов нефти и газа находится в Арктике. В настоящее время государства, претендующие на зоны влияния в Арктике, предпринимают серьёзные шаги по защите своих интересов. Правительство России ведёт активную международную деятельность по закреплению в юрисдикции РФ границ принадлежащего ей прибрежного шельфа Северного ледовитого океана.

Северный морской путь (СМП) – один из важнейших транспортных коридоров для России. Предполагается, что в результате таяния льдов в Арктике произойдёт увеличение интенсивности судоходства по СМП, что позволит значительно сократить время доставки грузов. При этом важной практической задачей является создание и поддержание в актуальном виде точных морских карт, которые бы учитывали пути миграции ледовых полей и айсбергов. Актуально проведение мониторинга перемещения айсбергов на мелководье, т. к. при этом происходит повреждение размещённых на прибрежном морском дне кабелей связи и трубопроводов, а также изменение рельефа морского дна и соответственно возможное изменение условий морской навигации [1]. Перечисленные опасные факторы оказывают особое влияние на безопасность судоходства, размещения плавучих платформ и ведения другой хозяйственной деятельности [1].

Решение указанных задач и проведение необходимых научных ис-

следований наиболее эффективно выполнять с применением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), в том числе и с использованием методов высокоточной навигации. В настоящее время Арктика является недостаточно развитым регионом с точки зрения навигации, позиционирования, геодезии, картографии, связи. Применение методов позиционирования с повышенной точностью затрудняют следующие технические сложности:

- недостаточно высокая точность (среднеквадратическое отклонение порядка 2–3 м) существующих функциональных дополнений в виде контрольно-корректирующих станций (ККС), формирующих поправки для кодовых измерений на маршруте СМП [2], делает работу ККС не всегда эффективной, т. к. они не дают значительного преимущества по сравнению с позиционированием в абсолютном режиме;

- отсутствие широкозонных спутниковых функциональных дополнений ГНСС типа SBAS (англ. Satellite Based Augmentation System) в высоких широтах;

Ключевые слова: Арктика; навигация; радиосвязь; точное точечное позиционирование; эфемеридно-временная информация; ГЛОНАСС; GPS

# ПРОБЛЕМЫ НАВИГАЦИИ И ВЫСОКОТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В АРКТИКЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

– отсутствие или низкая актуальность существующих карт арктического региона [1];

– отсутствие или недостаточная зона покрытия систем связи (сотовой и спутниковой связи, интернета), что не позволяет создавать необходимые на практике зоны действия при передаче корректирующей информации для реализации режимов высокоточного позиционирования.

В данной статье рассматривается вариант практической реализации метода высокоточного позиционирования PPP в Арктике.

## Навигация в Арктике

В качестве основного средства координатного обеспечения всех работ в Арктике целесообразно рассматривать ГНСС ГЛОНАСС и GPS, т.к. структура данных орбитальных группировок (ОГ) позволяет обеспечить покрытие Арктики непрерывным и стабильным радионавигационным полем (РНП). На рис. 1,а представлена карта значений геометрического фактора ухудшения точности пространственного позиционирования (PDOP) для системы ГЛОНАСС [3]. Как видно, полностью развёрнутая ОГ системы ГЛОНАСС обеспечивает покрытие арктической зоны с PDOP, не превышающими значения 2. Это говорит о том, что абсолютный режим позиционирования по кодовым измерениям может быть реализован в Арктике с достижением стандартных точностей (несколько метров).

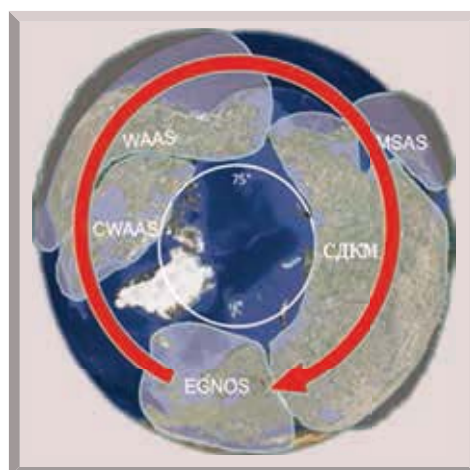
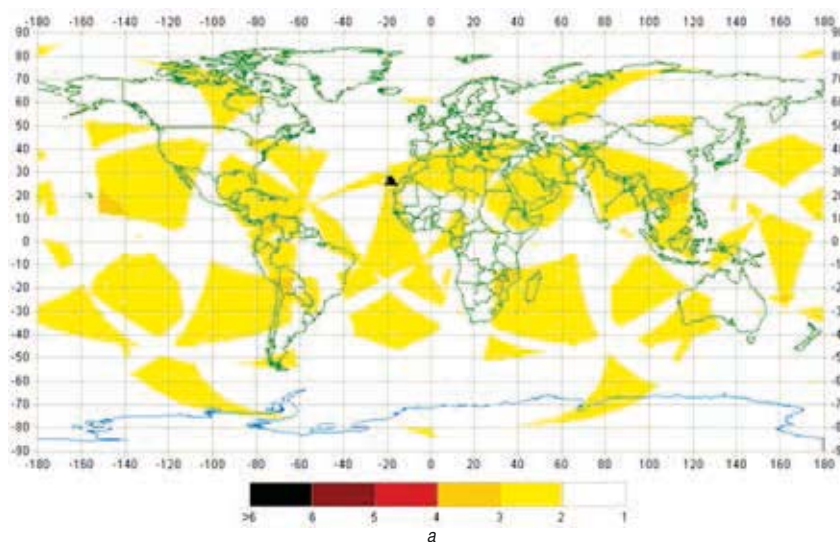
Для получения более точных результатов позиционирования необходимо использовать другие режимы работы. Наиболее распространёнными режимами позиционирования с повышенной точностью в настоящее время являются: работа с функциональными дополнениями типа SBAS, а также отно-

сительные режимы по кодовым (DGNSS) и фазовым измерениям. Тем не менее применительно к использованию в Арктике указанные методы имеют недостатки, которые будут рассмотрены далее.

Системы типа SBAS (СДКМ, EGNOS, WAAS) основаны на передаче поправок через геостационарные космические аппараты (ГКА), зона видимости которых ограничена 80° с.ш., но, уже начиная с 70° с.ш., пользователь может наблюдать ГКА только при низких углах места, что приводит к сбоям приёма сигнала. Пример отсутствия в зоне видимости

ГКА систем типа SBAS после 75° с.ш. представлен на рис. 1,б [4].

Режим DGNSS, основанный на передаче дифференциальных поправок кодовых измерений от стационарной базовой станции (базы) мобильному приёмнику потребителя (“роверу”), имеет сразу несколько слабых сторон. Во-первых, в Арктике возникает проблема с каналом связи между базой и “ровером” из-за нестабильной работы всех традиционных каналов связи [1, 2]. Во-вторых, режим DGNSS подразумевает наличие некоторой предельной длины базовой линии. Так, для российс-



**Рис. 1**  
Значения PDOP ГЛОНАСС по земной поверхности (угол места  $\geq 5^\circ$ , декретное московское время 09:48:47, дата 08.05.2014) (а) и зона видимости ГКА систем типа SBAS (СДКМ, EGNOS, WAAS, CWAAS) (б)

б

ких ККС эти длины составляют 200...300 км [2], что накладывает ограничения на использование данных станций. В-третьих, существующей инфраструктуре ККС недостаточно даже для покрытия прибрежной зоны РФ в Арктике (рис. 2) [2].

В-четвёртых, точность режима DGNSS в настоящее время не даёт существенного выигрыша по сравнению с абсолютным режимом: на рис. 3 представлены плановые ошибки позиционирования, полученные в ходе эксперимента Информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения (ИАЦ КВНО) Роскосмоса по оценке навигации на СМП [2]. На графике красным цветом обозначены ошибки в абсолютном режиме, синим и голубым – DGNSS. В жёлтых прямоугольниках указаны номера ККС.

Относительный режим по фазовым измерениям может позволить получать точность позиционирования на уровне единиц сантиметров как в реальном времени, так и в постобработке. Для реализации этого режима необходима передача “сырых” фазовых измерений с базы на “ровер”. В реальном времени это требует использования канала связи со скоростью передачи не менее 5 кбит/с. При этом необходимо учитывать, что радиус действия базовой станции ограничен. Для гарантированного получения сантиметровых точностей в относительном режиме по фазовым измерениям рекомендуемые предельные значения длин базовой линии составляют 10...15 км для одночастотного режима и около 30 км для двухчастотного. Ошибки позиционирования будут увеличиваться прямо пропорционально удалению “ровера” от базовой станции. К тому же в Арктике

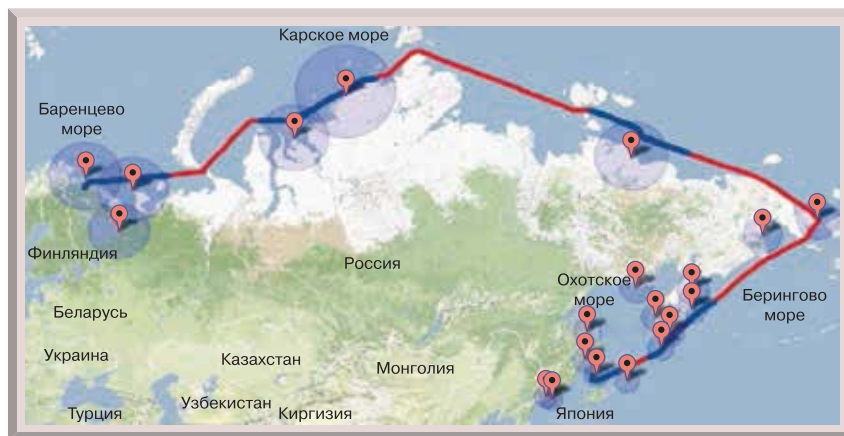


Рис. 2  
Расположение российских ККС вдоль трассы перехода по СМП

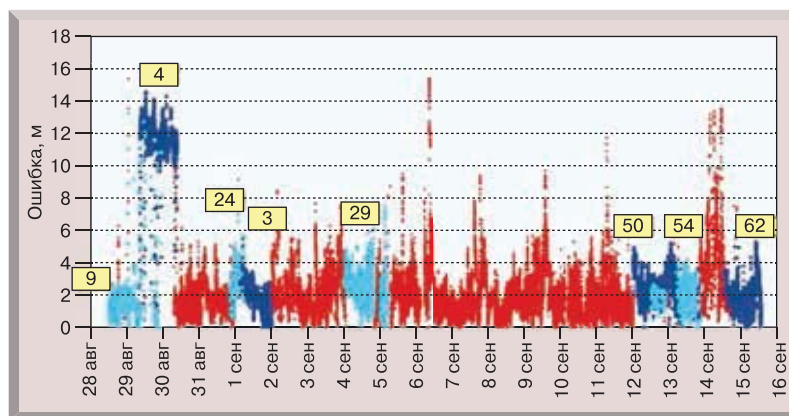


Рис. 3  
Поведение ошибки позиционирования в плане за время перехода по СМП

может возникнуть сложность даже в установке базовых станций из-за отсутствия геодезической основы (твёрдо закреплённых на поверхности земли пунктов с известными координатами).

### Точное точечное позиционирование в Арктике

Для решения проблем позиционирования в Арктике может быть использован режим точного точечного позиционирования PPP (*англ.* Precise Point Positioning). Суть этого метода заключается в решении задачи пози-

ционирования в абсолютном режиме путём совместной обработки кодовых и фазовых измерений с использованием высокоточной эфемеридно-временной информации (ЭВИ) или корректирующей информации к штатной ЭВИ. Высокоточная ЭВИ формируется с помощью глобальной сети станций, расположенных в различных точках земного шара. В рамках данного метода уточняемыми параметрами являются координаты потребителя, уход часов приёмника, неоднозначности фазовых измерений, а также зенитная тропосферная задержка. Ионо-