

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГРАВИ-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Г.С. СИДОРЕНКО, И.Н. ПРЕСНЯКОВ, О.Н. МИРОШНИЧЕНКО, Е.М. ЗАНИМОНСКИЙ*

Рассмотрены метрологические проблемы измерительного комплекса, состоящего из баллистического гравиметра и ГНСС-приемника, при геодинамических исследованиях с использованием базовой инфраструктуры государственной системы управления подвижными объектами.

Совокупность перманентных станций глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), действующих на территории Украины и сопредельных государств, представляет собой основу для определения координат в рамках создаваемой государственной интегрированной информационной системы (ГИИС) обеспечения управления подвижными объектами. Некоторые возможности геодинамических применений ГИИС, класса "high-end" (высшего уровня точности), рассматриваются в настоящей работе.

Естественные процессы и техногенные воздействия приводят к определенным изменениям в земной коре. Локальные и региональные вариации геофизических полей и координат — это результат и индикатор процессов в коре. В большинстве случаев эти вариации невелики и находятся практически на пределе чувствительности современной аппаратуры [1, 2].

Традиционно, насколько это понятие применимо к современным ГНСС-технологиям, для геодинамических исследований используются две методики. Первая подразумевает периодическое посещение с геодезическими приемниками ряда стабилизированных на земной поверхности фундаментов. Накопленные данные обрабатываются для оценки качественных и количественных характеристик локальных и региональных движений земной коры. Надежное обнаружение изменений высот пунктов и расстояний между ними на достигнутом уровне точности и при ожидаемой, по геофизическим оценкам, скорости современных движений земной коры может быть только при обработке данных не менее чем за 3–4 года [3, 4]. Информация, получаемая таким способом, сравнительно дешева, однако ее количество невелико. Вторая методика дороже, видимо, на порядок и заключается в создании сети перманентных станций для непрерывного мониторинга движений земной коры. В настоящее время только в Японии сеть, из около 1000 перманентных станций с характерным расстоянием между ними порядка 40–50 км, может удовлетворить потребность в геодинамических данных для этого региона [5]. В других странах или пространства очень велики, или средств очень мало, или и то и другое вместе [6, 7].

Гравиметрические работы для геодинамических исследований выполняются абсолютными гравиметрами высшей точности (или группой из нескольких относительных гравиметров) в регулярно повторяе-

мых циклах [2]. Представляется вполне естественным объединить, при возможности, циклические геодезические и гравиметрические наблюдения для геодинамических целей, применяя грави-геодезический измерительный комплекс. В состав такого комплекса предполагается включение портативного баллистического гравиметра и приемника ГНСС. Покажем, что эти компоненты прекрасно сочетаются как технически, так, что очень важно, и эксплуатационно.

Высокие требования к системе определения координат по точности ( $\sim 1$  мм) и к гравиметру — портативность и транспортабельность, малый дрейф и высокая чувствительность ( $\sim 1 \cdot 10^{-9}$  в относительном выражении) заставляют в самом начале работ разрабатывать мероприятия по метрологическому обеспечению. На расстояниях свыше нескольких километров в настоящее время отсутствуют средства измерения длины, сравнимые по точности и временному разрешению со спутниковыми технологиями. Очевидно, что метрологическое обеспечение может быть основано на использовании этих же методов [8, 9]. Такая «монополия» создает проблемы в оценке систематических погрешностей, для исключения которых прилагаются значительные усилия международного научного сообщества, потребителей и производителей спутниковых систем координирования (см. обзор литературы в [10]).

Опыт региональных геодинамических кампаний [11, 12] чрезвычайно полезен для современной Украины, разворачивающей высокоточные геодезические и геодинамические измерения на своей территории. Как показывает этот опыт, естественное стремление пользователей к постоянному расширению круга проблем исследований приводит, в частности, к тому, что аппаратура, разработанная для технических или прикладных измерений, используется за пределами метрологических возможностей, гарантированных производителями.

Существующая в Украине система метрологической аттестации ГНСС-аппаратуры направлена на проверку и подтверждение точностных параметров, гарантируемых производителями исключительно для измерений, под которые аппаратура разрабатывалась [9, 10]. Технические геодезические измерения, при этом, оказываются полностью в сфере метрологического обеспечения и проблемы остаются только для работ высшего уровня точности. Совершенно аналогично

обстоят дела с аттестацией вычислительных программных продуктов, используемых для сложной и «непрозрачной» обработки первичной информации, получения результатов измерений и оценок погрешностей с аттестацией и исследованием методик выполнения измерений, оценки «обоснованных границ» интерпретации результатов. Чрезвычайно важен также обмен опытом с зарубежными организациями для получения согласованных результатов измерений.

Метрологическое обеспечение гравиметрической части комплекса (баллистического гравиметра или 2–3 относительных гравиметра) может быть организовано на базе существующего эталона ускорения силы тяжести (УСТ) и модернизируемого метрологического фрагмента гравиметрической сети Украины [21].

Совместный анализ результатов гравиметрических и геодезических наблюдений позволяет проверить некоторые гипотезы, относящиеся к геодинамическим процессам и их источникам. Принципиально важно в этом анализе использовать данные, полученные, по возможности, одновременно и с близко расположенных фундаментов, гравиметрического и геодезического. Изменения УСТ интерпретируются, в первую очередь, как следствие изменения вертикального положения фундамента. Рассчитанное по вариациям УСТ изменение высоты сопоставляется с изменением высоты, полученным геодезическими методами. Расхождение полученных оценок интерпретируется как следствие океанической нагрузки, перераспределения масс в земной коре и (или) в атмосфере [1].

Опираясь на концепцию виртуальных гравиметрических пунктов [13], можно предложить иной вариант грави-геодезического мониторинга. Комплексное измерительное средство, состоящее из портативного баллистического гравиметра (ПБГ) и двухчастотного ГНСС-приемника, размещается в автомобиле. Измерение ускорения силы тяжести производится одновременно с определением координат. Конструктивными и методическими приемами обеспечивается передача координат от фазового центра ГНСС-антенны к эффективной точке (точке в пространстве, к которой относится измеренная величина УСТ) гравиметра, находящейся на измерительном участке траектории движения пробного тела в вакуумной камере ПБГ.

Длительность измерений выбирается таким образом, чтобы обеспечить необходимый уровень точности как по координатам, так и по УСТ. Исходя из имеющегося опыта и литературных сведений, см. например [13, 14], эта длительность не может быть меньше чем несколько суток. Для получения геодинамической информации измерения следует повторять через определенное время, например, как это обычно выполняется [4, 7, 14], полгода – год. Измеренные в геодинамических кампаниях величины УСТ будут относиться к одной и той же точке пространства в системе координат, связанной с центром масс Земли. Таким образом, обеспечивается возможность геодинамического мониторинга исследуемой территории при отсутствии (или

малом количестве) стабилизированных гравиметрических фундаментов. Для интерпретации измеренных вариаций величины УСТ могут быть применены традиционные методики в доработанном варианте.

В настоящей работе показана возможность получения результатов на уровне требований современной геодезии и согласования эксплуатационных характеристик гравиметра и ГНСС-приемника.

Необходимая точность фиксации координат виртуального гравиметрического пункта (ВГП), находящегося в эффективной точке гравиметра, определяется, исходя из градиентов поля силы тяжести. Относительное изменение величины УСТ по вертикали составляет около  $3 \cdot 10^{-9} \text{ см}^{-1}$ . Таким образом, положение эффективной точки гравиметра должно воспроизводиться при повторных измерениях с погрешностью по высоте не более 3 мм. Горизонтальные градиенты УСТ, в отсутствие поблизости массивных тел, что имеет место в рассматриваемом случае, значительно меньше вертикальных. Поэтому проблема фиксации плановых координат отсутствует, тем более что погрешность современных ГНСС-измерений в плане меньше, чем по высоте [15].

Специфическая особенность использования баллистического гравиметра заключается в том, что установка эффективной точки по высоте должна быть произведена до начала двух-трехсуточного цикла измерений. В противном случае возникает необходимость редукции измеренного значения от фактического положения эффективной точки к заданному положению ВГП. Такая коррекция может быть выполнена на основе независимых измерений величины вертикального градиента в месте наблюдения относительным гравиметром. Избегать дополнительных измерений и коррекции, связанной с увеличением итоговой погрешности, возможно, если устанавливать гравиметр по высоте, определенной предварительно с погрешностью, не превышающей характерного размера – длины измерительного интервала (5–15 см в современных портативных гравиметрах). В этом случае учет вертикального градиента и редукция к заданному уровню ВГП выполняется вычислительным алгоритмом собственно ПБГ.

Таким образом, для успешного функционирования грави-геодезического комплекса необходимо использование двух режимов работы системы определения координат. Предварительно, в течение нескольких часов подготовки гравиметра к измерениям, определяются координаты с погрешностью на уровне 3–5 см в режиме RTK (Real Time Kinematic) или быстрых статических измерений [15]. Для этого режима необходимо получать по радиоканалу информацию с перманентных ГНСС-станций или базовых станций геодезической основы ГИИС обеспечения управления подвижными объектами. Наилучшим вариантом получения корректирующей информации является использование технологий, ориентированных на широкий доступ к Интернету.

Некоторые проблемы радиосвязи в рамках ГИИС и возможности их решения в условиях современной Украины рассмотрены в работе [16].

Режим RTK в спутниковых навигационных системах находит весьма широкое применение от навигации на море до инженерной геодезии. Факторами, определяющими необходимость и желательность применения режима RTK, являются удобство и простота пользования, оперативность получения измерительной информации. В большинстве случаев реализуемая точность (единицы дециметров или сантиметров) зависит от расстояния между базовым и подвижным пунктами, качества приемной аппаратуры и совершенства программного обеспечения. При наличии нескольких базовых пунктов возможно использование этого режима на расстояниях до нескольких десятков километров.

Для исследования возможностей режима RTK, при измерениях в течение нескольких часов, были выполнены специальные наблюдения [17] с использованием двух приемников Javad. Для накопления статистически значимых данных непрерывные измерения выполнялись в течение двух недель при 30-секундных сессиях.

Конкретные цели исследований заключались в следующем:

- проверка статистических характеристик массивов результатов измерений;
- проверка эффективности стандартной процедуры отбраковки выбросов ( $3\sigma$ );
- оценка влияния текущей спутниковой конфигурации на погрешность измерения;
- формулировка рекомендаций по выбору оптимальной длительности измерений по критерию «точность-разрешение по времени».

Получаемые в режиме RTK данные по-своему уникальны. В практике обработки временных рядов редко встречаются случаи, чтобы приходилось использовать трехкратную отбраковку выбросов по критерию  $3\sigma$ . Даже после третьего этапа отбраковки еще остается формальная возможность применения критерия  $3\sigma$ , однако для этого нет фактических оснований. Статистические распределения массивов по каждой координате отличаются от нормального и поэтому дальнейшая отбраковка становится не обоснованной.

При исключении всех результатов измерений, в которых имеется выброс хотя бы одной координаты, количество отсчетов уменьшается примерно на 4%.

На рис. 1 показана зависимость от времени результатов измерения высоты (отклонения от среднего значения) подвижного пункта в единичных 30-секундных сессиях после третьего этапа отбраковки для трех последовательных суток.

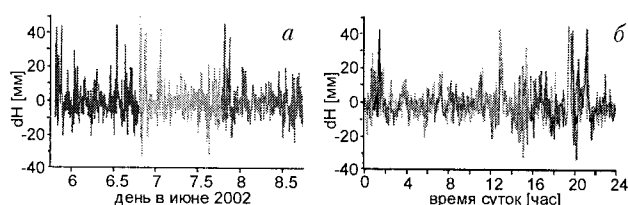


Рис. 1. Результаты измерения высоты в зависимости от текущего времени (а) и времени суток (б)

На шумовом фоне можно проследить определенную регулярность, особенно заметную на графике, аргументом которого является время суток в 24-часовой шкале (рис. 1, б).

Совокупность данных, получаемых в каждой измерительной сессии RTK можно использовать для моделирования процесса обработки внутри специализированных ГНСС-программ. Эти программы весьма сложны и практически «непрозрачны». Большинство публикаций, посвященных анализу ГНСС-данных, содержат представление об используемой программе как о «черном ящике», свойства которого можно оценить, сравнивая входные и выходные «сигналы». Реакция на изменение состава регистрируемых спутников может быть понята при рассмотрении результатов, полученных методом RTK.

Из сопоставления оценок координат и количества спутников в каждой сессии режима RTK можно сделать определенный вывод о характере получаемых данных. Наиболее кардинальным образом этот характер можно описать как «коммутационный хаос».

Для типичных детерминированных и случайных процессов с дискретным временем характерной особенностью является «локальная принадлежность к одной генеральной совокупности». Иными словами, имеется связь, может быть самого общего характера, между соседними отсчетами. Для реализаций процесса коммутационного хаоса такой связи может не быть, то есть соседние отсчеты могут принадлежать к разным генеральным совокупностям. Применительно к измерениям RTK источником коммутационного хаоса является изменение регистрируемой спутниковой конфигурации от сессии к сессии. Аппаратные и программные средства, используемые в этом режиме, работают таким образом, чтобы дать на выходе максимум информации при любой конфигурации. Устойчивость системы к изменению состава спутников может быть оценена мерой вариации результатов при этом изменении.

Можно представить себе модель процесса измерения таким образом:

- при определенной спутниковой конфигурации производятся многократные измерения;
- состав спутников изменяется, и измерения производятся аналогичным образом;
- в течение всего времени измерений конфигурация изменяется многократно.

Иными словами, каждая спутниковая конфигурация, вместе с аппаратурой и программами, образует самостоятельный измерительный прибор. Коммутация этих приборов, то есть подключение к регистратору результатов, происходит в соответствии с определенными алгоритмами, заложенными в приемник и программу на основе реального состава спутников. Результаты измерений каждым прибором имеют детерминированную основу, которая соответствует оценке измеряемого параметра; шумы и погрешности, выборочные значения которых не принадлежат к одной

генеральной совокупности и не связаны какими-либо соотношениями даже для соседних отсчетов. Совместная обработка, фильтрация, сглаживание, усреднение результатов, принадлежащих к разным генеральным совокупностям — единственно возможный в настоящее время рецепт получения итоговых оценок.

Что можно сделать для сближения разных генеральных совокупностей? Одним из ответов может быть использование метода размножения выборок на уровне спутниковой конфигурации — рандомизация состава спутников в каждой измерительной сессии. Такая рандомизация, в простейшем случае, это выбор произвольной подгруппы в группе наблюдаемых спутников. Разумеется, подгруппа не должна быть слишком мала, чтобы обеспечить достаточную точность получаемых оценок. Современное состояние системы GPS, тем более при совместном использовании с GLONASS, а в перспективе и с GALILEO, дает такую возможность.

Для эффективного анализа временных рядов ГНСС-решений следует учитывать некоторые обстоятельства, связанные с периодичностью повторения спутниковой конфигурации. Полное повторение конфигурации наступает каждые сидерические сутки (23 ч 56 м), однако через половину сидерических суток наступает повторение геометрической конфигурации. Это значит, что через 11 ч 58 м на месте каждого спутника находится его «антипод». Такая ситуация характерна для системы GPS [15]. При одновременном приеме сигналов двух систем — GPS и GLONASS изменения конфигурации происходят несколько более сложным образом. Иными словами, составляющие с периодами в половину суток во временных рядах данных, зарегистрированных с использованием системы GPS, могут являться артефактами, не связанными с реальными изменениями координат пунктов или компонентов векторов. Влияние полусуточных вариаций атмосферного давления или полусуточных приливных эффектов для станций, удаленных от океана, несущественно на современном уровне точности [18]. Однако эти эффекты в настоящее время являются предметом интенсивных исследований методами геодезии и гравиметрии в развитии традиционных направлений геодинамики с использованием ГНСС-данных.

Простейшей иллюстрацией изменений спутниковой конфигурации являются зависимости числа спутников, сигналы которых были приняты (рис. 2) от времени суток.

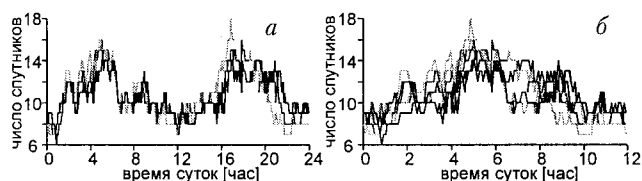


Рис. 2. Количество наблюдаемых спутников в 24-часовой (а) и 12-часовой (б) шкалах времени суток

Практически совпадают от суток к суткам графики для измеренных координат подвижного пункта, усред-

ненных в 30-минутных сериях (рис. 3, а) и для СКО единичных, 30-секундных сессий внутри серий (рис. 4, а).

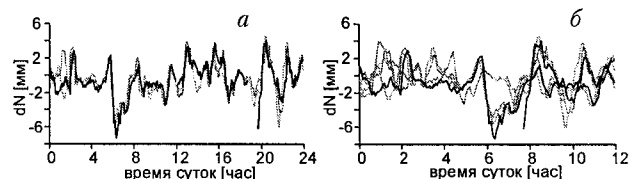


Рис. 3. Средние за 30 мин оценки координаты N в 24-часовой (а) и 12-часовой (б) шкалах времени

Однако эти же данные, сгруппированные в 12-часовой суточной временной шкале, не показывают выраженного совпадения (рис. 3, б; 4, б).

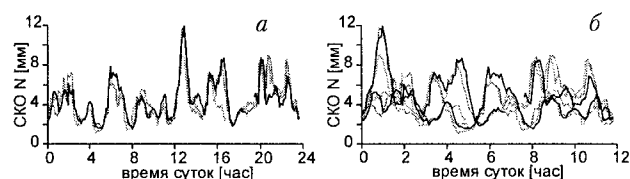


Рис. 4. СКО единичных отсчетов координаты N (в 30-минутных сериях) в 24-часовой (а) и 12-часовой (б) шкалах времени

Характер зависимостей для координаты E и высоты совершенно такой же, как и для координаты N, показанной на рис. 3 и 4. В этом случае можно сделать вывод о том, что более важную роль, чем чисто геометрические факторы, играют факторы физические, повторяющиеся от суток к суткам и связанные с характеристиками отдельных спутников (погрешности орбит, в первую очередь).

Как правило, в режиме RTK используются усредненные результаты по группам сессий. Зависимость случайной погрешности измерения координаты N от длительности серии (группы 30-секундных сессий) показана на рис. 5.

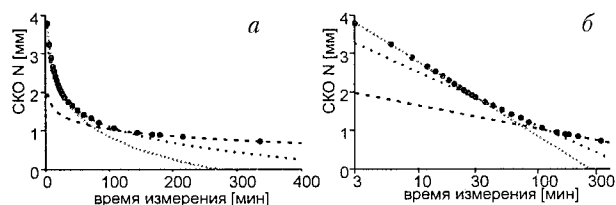


Рис. 5. Зависимость СКО ряда оценок координаты N от времени измерения в линейном и логарифмическом масштабе

Из рис. 5 видно, что увеличение времени измерения от единиц до десятков минут приводит к заметному снижению разброса результатов.

Можно обратить внимание также на то, что наилучшая аппроксимация экспериментальных зависимостей на рис. 5 получается при использовании трех логарифмических кривых. Такой характер зависимости

свидетельствует о наличии, по крайней мере, трех механизмов генерации погрешностей с различными постоянными времени. Как и следовало ожидать, оценка погрешности измерений при достаточно длительных сериях, сделанная на основе информации, полученной в коротких сериях, является чересчур оптимистичной.

Одновременно с процессом измерений УСТ, продолжающимся до трех суток, выполняется накопление информации в спутниковом приемнике системы координирования для последующей камеральной обработки с использованием специального программного обеспечения.

Необходимую точность может обеспечить использование научного пакета, например, Bernese или GIPSY-OASIS [15]. Для геодезических исследований обычно используются ГНСС-данные, накопленные в недельном цикле как в перманентном режиме, так и при периодических кампаниях [4, 5, 6]. При недельной длительности наблюдений случайная погрешность определения координат сводится до уровня нескольких миллиметров [19] (рис. 6).

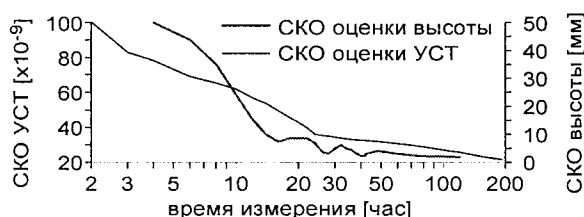


Рис. 6. Случайные погрешности измерения высоты пункта и УСТ в зависимости от времени наблюдения

На рис. 6 показаны зависимости оценок случайных погрешностей измерения высоты ВПП и ускорения силы тяжести от времени наблюдения. Использовался программный пакет Bernese 4.2 для расчетов положения ВПП относительно одной перманентной станции на расстоянии 42 км. Характерные колебания уровня СКО оценки высоты, при времени измерения в диапазоне десятков часов, связаны с обсуждавшимися выше эффектами периодического изменения спутниковой конфигурации. Измерение УСТ выполнялось макетом портативного баллистического гравиметра [13].

Для обеспечения устойчивых оценок высоты подвижного пункта за трое суток с погрешностью не более 3 мм необходимо соответствующее совершенствование процесса обработки данных, а именно, использование перекрывающихся измерительных сессий, эффективной отбраковки аномальных результатов [18], а также предварительной обработки исходных данных [20]. Развитие сети виртуальных гравиметрических пунктов может выполняться совместно с развитием основной гравиметрической сети Украины [21].

### Выводы

Предлагаемая технология геодезического мониторинга позволит эффективно использовать существующий и вновь создаваемый научно-технический по-

тенциал Украины в области гравиметрии и геодезии. Сеть виртуальных гравиметрических пунктов позволит проводить геодезические исследования на территориях, не оборудованных стабильными фундаментами, а также будет способствовать решению задач высшей геодезии.

**Литература:** 1. Церклевич А., Дейнека Ю. Сучасні вертикальні рухи земної поверхні та їх зв'язок з аномаліями сили ваги // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: 36. наук. пр. — Л., 2004. — С. 74–82. 2. Ihde J., Adam J., Bruyninx C., Kenyeres A., Simek J. Development of an European Integrated Permanent Network (EPN-I) // Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF) held in Ponta Delgada, Portugal, 5–7 June 2002. 3. Kenyeres A., Bosy J., Brockmann E., Bruyninx C., Caporali A., Hefty J., Jivall L., Kosters A., Poutanen M., Fernandes R., Stangl G. EPN Special Project on «Time series analysis ...»: Preliminary Results and Future Prospects, EUREF Publication No 10, ed. J.A. Torres and H. Hornik, pp. 72–75. 4. Vespe F., Rutigliano P., Pacione R. The Treatment of Time Series data of GPS Permanent Stations for Extracting Geodetic Signals // REPORTS ON GEODESY, IG&GA WUT, No. 2(65), 2003, p. 53–63. 5. Hatanaka Y., Iizuka T., Sawada M., Yamagishi A., Kikuta Y., Johnson J.M., Rocken C. Improvement of the Analysis Strategy of GEONET // Bull. of the Geograf. Surv. Inst., Vol. 49, Tsukuba, Japan. 6. Northern California Earthquake Data Center 215 McCone Hall, UC Berkeley, CA <http://quake.geo.berkeley.edu/survey-gps/>. 7. Kosteletzky J., Vondrak J., Zeman A., Kalvoda J., Schenk V. Center of Earth's dynamics research (CEDR) - a joint venture towards research in geosciences in CEI // REPORTS ON GEODESY, IG&GA WUT, No. 1(61), 2002, p. 94–99. 8. Геніке А.А., Бланк Л.М. Особенности реализации метода метрологического контроля спутниковых координатных определений // Геодезия и картография. — М., 2003. — № 8. — С. 14–18. 9. Купко В., Прокопов О., Лукін І., Соболев В., Косенко О., Кофман О. Національний еталонний лінійно-геодезичний полігон // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: 36. наук. пр. — Л., 2004. — С. 98–104. 10. Кравченко Н.И., Неежмаков П.И. Методы и средства метрологического обеспечения линейных измерений на геодезических полигонах Украины // Український метрологічний журнал. — 2004. Вип. 2. — С. 23–28. 11. Bosy L., Figurski M., Wielgosz P. The strategy of GPS data processing in precise local networks during high solar activity, GPS Solutions, Vol. 7, Issue: 2, p. 120–129. 12. Hefty J. Work package 5 of CERGOP-2/Environment: GPS data analysis and the definition of reference frames, Activity report April–September 2003 // Rep. on Geodesy No. 3(66), 2003, p. 55–57. 13. Занимонский Е., Мирошниченко О., Прокопов А., Сидоренко Г. Виртуальные гравиметрические пункты и их возможная роль в системе метрологического обеспечения // Метрологія в електроніці-2000, Наукові праці конференції, Харків-2000. С. 184–186. 14. Larson K.M., van Dam T. Measuring Postglacial Rebound with GPS and Absolute Gravity // Geophysical Research Letters, Vol. 27, No. 23, Dec. 1, 2000. p. 3925–3928. 15. Гофманн-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Р., Коллінз Д. (1995). Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика: Пер. з англ. 3-є вид. Під ред. Я.С. Яцківа. — К.: Наук. думка. — 380 с. 16. Поповський В.В., Білов В.С. Обґрунтування класу системи зв'язку державної інтегрованої інформаційної системи управління рухомими об'єктами // 10-я Юбілейна междунар. научна конференція «Теорія і техніка передачі, приєма і обробки інформації». Сб. тезисов докладов. Ч.1. — Харків: ХНУРЕ, 2004. — С. 67–68.

17. *Cisak J., Sekowski M., Zanimonskiy Y., Zak L., Zaleinosc dokiadnosci metody RTK od aktualnej konfiguracji satelitarnej, Materiayi (CD) z V Konferencji „Zastosowania satelitarnych systemow lokalizacyjnych GPS, GLONASS, GALILEO”, Poznan, 29-30 kwietnia 2003.* 18. *Krynski J., Zanimonskiy Y.M. Analiza zmiennosci w ciagach rozwiazan GPS i ciagach obserwacji grawimetrycznych, IGIK, Seria monograficzna Nr 8, Warsaw, 2003, 111 p.* 19. *Krynski J., Zanimonskiy Y.M. On the Use of Non-Permanent GPS Stations for Geokinematics // Paper presented at IGS Workshop and Symposium «Celebrating a Decade of the International GPS Service IGS» Berne, Switzerland. March 1-5, 2004.* 20. *Zhalilo A.A., Sadanova N.V. GPS/EGNOS Pre-Processing experimental software „OCTAVA\_PPA»: concept, possibilities, initial test results // Seminarium “Satelitarne metody wyznaczania pozycji we wspolczesnej geodezji i nawigacji” and EGNOS Workshop, Krakow, 23-24 wrzesnia 2004.* 21. *Сидоренко Г.С. К интеграции национальной гравиметрической сети Украины в мировую гравиметрическую сеть // Радиоэлектроника и информатика. — 2002. — № 2. — С. 133–136.*

Поступила в редколлегию 28.10.2004 г.



**Сидоренко Горислав Степанович**, канд. техн. наук., доцент, и.о. директора ННЦ «Институт метрологии», г. Харьков. Область научных интересов: метрология и метрологическое обеспечение.



**Пресняков Игорь Николаевич**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Сети связи» ХНУРЭ. Область научных интересов: современные технологии связи, обработка сигналов, повышение качества и помехозащищенности передачи информации в сетях связи.



**Мирошніченко Олег Николаевич**, канд. техн. наук, ст. научн. сотрудник, ведущий научный сотрудник ННЦ «Институт метрологии» г. Харьков. Область научных интересов: метрология и гравиметрия.



**Занимонский Евгений Михайлович**, Ph.D., научный сотрудник ННЦ «Институт метрологии» г. Харьков. Область научных интересов: метрология и гравиметрия, ГНСС-техника.