

УДК 621.396

**В. А. Козлов, А. М. Лукьянов, И. Г. Ноздрин**

АТ Науково-дослідний інститут радіотехнічних вимірювань, Харків

## **Технические предпосылки расширения зон действия EGNOS на территорию Украины**

---

Розглядається проблема розширення зони дії європейської широкозонної диференціальної підсистеми EGNOS на територію України. Показано, що для забезпечення регламентованої EGNOS точності навігаційних визначень в межах території України необхідно розмістити 2-3 RIMS, інформація яких передаватиметься в центр обробки інформації EGNOS. Приведено результати моделювання точності навігаційних визначень на території України з використанням коректуючої інформації системи EGNOS.

---

Мировое сообщество активно работает над созданием глобальной спутниковой навигационной системы GNSS. Основным вкладом Европейского Союза в систему GNSS на первом этапе ее создания является программа EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), которая разрабатывается так называемой Европейской трехсторонней группой в составе ESA (Европейское Космическое Агентство), EUROCONTROL (Европейская Организация Безопасности Аэронавигации) и EU Commission (Комиссия Евросоюза). EGNOS является широкозонной дифференциальной подсистемой существующих спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС, и вместе с ними образует глобальную навигационную систему GNSS-1 первого этапа [4]. EGNOS дает гражданским пользователям спутниковых навигационных систем повышенную точность определения местоположения при использовании ими открытых навигационных сигналов стандартной точности. Основным назначением EGNOS является навигационное обслуживание воздушного, водного и наземного видов транспорта. Одной из важных задач системы EGNOS в настоящее время является обеспечение поддержки внедрения технологии CNS/ATM ICAO в зоне, находящейся в ведении Европейской конференции гражданской авиации (ЕСАС), а также расширение этой зоны на территорию государств СНГ, стран Африки и Азии.

Расширение зоны действия EGNOS на территорию Украины — эффективное и относительно низкочеловеческое решение проблем аэронавигационного

обеспечения (АНО) в Украине. Оно позволит создать надежное и точное навигационно-временное обеспечение не только для нужд авиации, но и для всех других видов транспорта на всей территории Украины и в прилегающих регионах. Оно обеспечит полеты воздушных судов в коридорах и эшелонах, отвечающих требованиям ICAO, существенно повысит эффективность АНО и реализует в Украине концепцию CNS/ATM в соответствии с рекомендациями ICAO.

Основным фактором, благоприятствующим расширению зоны действия EGNOS, является то, что Украина находится в зоне устойчивого приема сигналов от двух геостационарных спутников INMARSAT-3: AOR-E и IOR. Это позволяет в принципе всем потребителям Украины использовать эти спутники как дополнительные «навигационные точки», а также принимать от них информацию о целостности навигационного поля GNSS и широкозонные дифференциальные поправки, сформированные наземным сегментом EGNOS.

Однако не все наблюдаемые с территории Украины навигационные спутники будут обеспечены корректирующей информацией системы EGNOS, так как она формирует и передает потребителям корректирующую информацию гарантированной точности только для тех навигационных спутников GNSS (GPS и ГЛОНАСС), которые могут наблюдаться потребителями, находящимися в зоне ЕСАС.

С технической точки зрения решение вопроса расширения зоны действия EGNOS на территорию Украины сводится к размещению на ее территории

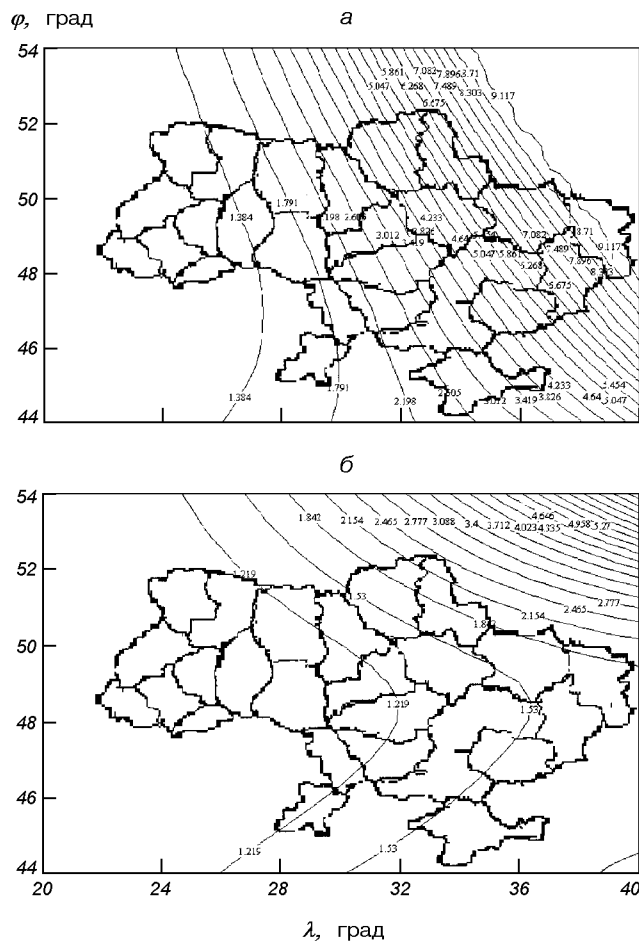


Рис. 1. Ожидаемая погрешность координатных определений (CKO, м) по сигналам GNSS-I: *a* — при отсутствии RIMS на территории Украины, *б* — при размещении на территории Украины трех RIMS

нескольких станций мониторинга навигационного поля (RIMS), которые являются базовыми элементами наземного сегмента EGNOS, и к обеспечению передачи измерительной информации в один из обрабатывающих центров EGNOS. Таким образом, при рассмотрении технических вопросов расширения зоны действия EGNOS на территорию Украины необходимо в первую очередь определить количество и места расположения RIMS, требуемых для покрытия региона.

Наиболее важным требованием к дислокации RIMS является обеспечение надежного мониторинга целостности GNSS на обслуживаемой территории. Достижение необходимого уровня надежности осуществляется оптимизацией количества RIMS, размещаемых в заданной области и одновременно

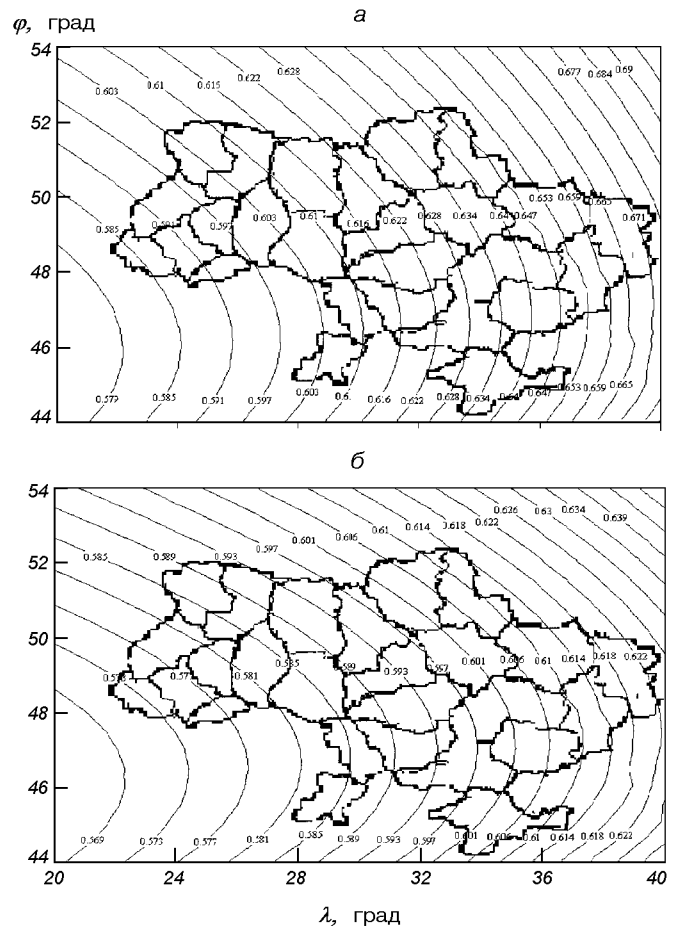


Рис. 2. Ожидаемая погрешность координатных определений (CKO, м) по сигналам GNSS-I (вариант использования двухчастотного приемника): *a* — при отсутствии RIMS на территории Украины, *б* — при размещении на территории Украины трех RIMS

наблюдающих заданное количество одних и тех же спутников GNSS. Здесь необходимо учесть запланированное развертывание RIMS в странах Восточной Европы и Турции. Согласно данному критерию на территории Украины достаточно разместить две станции RIMS. В целях же обеспечения повышенной надежности контроля целостности GNSS целесообразно развернуть три станции RIMS. В этом случае при выходе одной из них из строя требуемая надежность мониторинга будет сохранена.

Количество RIMS на территории Украины и их размещение должны гарантировать совместно с RIMS зоны ECAC синхронное наблюдение каждого видимого с территории Украины навигационного спутника GNSS не менее чем четырьмя RIMS. Это необходимо для надежного решения задачи уточне-

ния эфемерид и уходов шкал времени спутников. Как показывают результаты математического моделирования, этот критерий выполняется при размещении на территории Украины одной RIMS.

Количество RIMS и их размещение должны также обеспечивать требуемую точность определения вертикальной ионосферной задержки (TEC) в определенных заранее точках зоны покрытия по результатам двухчастотных измерений, выполненных RIMS. Эти данные передаются системой EGNOS для компенсации ионосферной погрешности измерений потребителям, использующим стандартные одночастотные приемники. Результаты оценки точности местоположения потребителей на территории Украины, использующих одночастотные приемники GPS/EGNOS, представлены на рис. 1. Расчеты проведены для наземного сегмента EGNOS, состоящего из 24 RIMS, входящих в зону обслуживания ЕСАС [5], и дополнительно размещенных на территории Украины трех RIMS (Дунаевцы, Симферополь, Харьков). Видно, что ожидаемая погрешность определения плановых координат при размещении на территории Украины трех дополнительных RIMS будет не хуже 4.3 м (95 %), а без их размещения — до 19 м на востоке Украины.

На рис. 2 приведены аналогичные результаты расчета ожидаемой точности местоопределения потребителей, которые используют двухчастотные GPS/EGNOS-приемники с коррекцией только эфемеридных и частотно-временных погрешностей навигационных спутников по информации системы EGNOS. В этом случае точность практически не зависит от наличия дополнительных RIMS на территории Украины.

Размещение станций в восточной части Украины позволит:

- начать более раннее слежение за восходящими спутниками, которые еще не видны с позиций RIMS в Восточной Европе, и обеспечить более раннее и надежное обнаружение неисправных навигационных спутников;
- обеспечить приемлемую геометрическую конфигурацию европейских и украинских RIMS для более точной оценки широкозонных дифференциальных поправок;
- обеспечить использование EGNOS на смежных

с Украиной территориях — на севере, востоке и юге. Это дает возможность дальнейшего последовательного расширения зоны действия EGNOS и, при принятии соответствующих межправительственных решений, расширения зоны обслуживания, разрешенной к использованию ЕСАС.

Учитывая, что в Украине в настоящее время на принципах широкозонной навигации создается национальная система космического навигационного обеспечения (СКНО) [1, 2], задача расширения зоны действия системы EGNOS на территорию Украины может быть решена путем интеграции отдельных контрольно-корректирующих станций СКНО в структуру EGNOS.

1. Верещак А. П., Жалило А. А., Ноздрин И. Г., Флерко С. Н. Потенциальные возможности реализации широкозонной дифференциальной навигации по сигналам космических навигационных систем GPS и ГЛОНАСС в Украине // *Космічна наука і технологія*.—1998.—4, № 5/6.—С. 56—61.
2. Верещак А. П., Пискорж В. В., Жалило А. А. и др. Концепция создания системы навигационного обеспечения Украины // *Космічна наука і технологія*.—1998.—4, № 5/6.—С. 46—55.
3. Хода О. А. Программное обеспечение «Кліо» для определения параметров ионосферы // *Космічна наука і технологія*.—1998.—5, № 5/6.—С. 25—32.
4. EGNOS АОС: Требования к системе. — Европейское космическое агентство, проектное бюро GNSS-1, 1998.
5. EGNOS System Test Bed User Workshop Toulouse, 6-7 July 2000.

---

#### TECHNICAL PREMISES OF AREA EXPANSION OF EUROPEAN GEOSTATIONARY NAVIGATION OVERLAY SERVICE ACTION ZONE ON UKRAINIAN REGION

V. A. Kozlov, A. M. Luk'ianov, I. G. Nozdrin

The problem of the effect area expansion of the European wide-area differential subsystem of the European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) on the Ukrainian region is considered. It has been demonstrated that it is necessary to place 2-3 RIMS for the ensuring of the navigation determination accuracy, regulated by EGNOS, within the Ukrainian territory. The information of these RIMS will be transmitted to the EGNOS processing data center. The results of the modeling of the navigation determination accuracy within the Ukrainian territory using correcting information of the EGNOS system are adduced.