

Шингужинов Арман Кайратович

[armani\\_5577@mail.ru](mailto:armani_5577@mail.ru)

Магистрант 2-го курса ОП 7М07311-«Геодезия», кафедры «Геодезия и картография»

ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан

Научный руководитель - к.т.н., и. о. профессор Сағындық Марал Жәнәбілқызы.

**Аннотация:** В разных странах расстояние между геодезическими пунктами может различаться в зависимости от местности, географического положения и целей, которые ставятся перед геодезистами. Например, в России расстояние между геодезическими пунктами может быть от нескольких километров до нескольких сотен километров, в зависимости от региона и сложности территории. В США геодезические пункты располагаются на расстоянии примерно 40-80 км друг от друга. Кроме того, в некоторых странах могут использоваться специальные сети геодезических пунктов, которые предназначены для выполнения определенных задач. Например, в Европейском союзе существует Европейская геодезическая сеть (ETRS89), которая используется для обеспечения единой геодезической системы на всей территории Европы. В этой сети расстояние между геодезическими пунктами может быть значительно меньше, чем в обычных геодезических сетях.

**Ключевые слова:** геодезические пункты, Европейская постоянная сеть (EPN), СК-42, ФАГС, GNSS-станции.

На национальном уровне Европейская земная опорная система координат ETRS89 реализуется сгущением геодезической сети относительно пунктов EPN, в соответствии с рекомендациями Технической рабочей группы EUREF - TWG (EUREF Technical Working Group) и основ IGS (International GNSS Service) [1]. ETRS основана на сети из более чем 250 000 точек съемки, которые были позиционированы с высокой точностью с помощью GPS и других методов съемки. Сеть поддерживается Европейской геодезической службой (EGS), которая является результатом совместных усилий национальных картографических агентств по всей Европе. ETRS используется для определения координат и высот на территории Европы, а также для обмена данными между различными геодезическими системами. Она основана на системе координат WGS 84 (World Geodetic System 1984), которая является международным стандартом для определения координат на земной поверхности.

Европейская постоянная сеть (EPN) - это эталонная научно-исследовательская база, состоящая из 266 постоянно действующих станций мониторинга ГНСС. EPN (Постоянная сеть ГНСС EUREF) является частью IAG (Международной ассоциации геодезии), определяющей европейскую референционную систему. Основной задачей и целью этой организации является определение и поддержание референционной системы ETRS89 с ее продуктами, референчными рамками. EPN является организацией, ответственной за внедрение эталонных систем на территории Европы. Основной целью многих видов деятельности EPN является обеспечение однородности координат по всей Европе [2].



Рис.1 Схема расположения станций сети EUREF

Создание геодезических сетей в Германии осуществляется при помощи специальных организаций, таких как Федеральное агентство по кадастру и геодезии (BKG) и Геодезический институт Фридриха Шиллера (IfAG) [3]. Эти организации занимаются разработкой и поддержкой геодезических сетей в Германии, а также обеспечивают доступ к данным о геодезических сетях для широкой общественности. Геодезические органы земель Федеративной Республики Германия (AdV) работают со спутниковой службой позиционирования SAPOS в рамках совместного проекта и таким образом обеспечивают актуальную, официальную пространственную привязку широкой территории для всех, используя современные технологии. Система основана на сети из примерно 270 референчных станций ГНСС, которые обслуживаются компанией AdV. Основой услуги SAPOS является сеть из примерно 270 опорных станций GNSS, постоянно работающих в федеральных землях, а также других опорных станций в соседних землях Федеративной Республики. Сеть состоит из более чем 250 станций с расстоянием между станциями от 30 до 50 км. Это гарантирует предоставление высокоточных и единообразных услуг данных по коррекции для всего штата в официальной трехмерной системе отсчета (ETRS89/DREF91).



Рис.2 Станции немецкой сети активных референчных станций SAPOS

Федеральное агентство по картографии и геодезии (BKG) управляет Интегрированной геодезической опорной сетью Германии (GREF). Поддержание единых геодезических референцных систем для территории Федеративной Республики Германия является одной из основных задач BKG. С этой целью в сотрудничестве с другими федеральными и земельными учреждениями функционирует сеть наблюдательных станций GREF. Она состоит из 25 измерительных станций, которые служат основой для определения национальных и международных координатных референцных систем и являются референчными станциями для услуг позиционирования при использовании глобальных навигационных спутниковых систем, таких как американская GPS или европейская GALILEO.

Расстояния между пунктами, включенными в сеть GGN, не должны превышать 30 км. Расстояния между пунктами GREF составляют порядка 200 км, а между пунктами SAPOS — 60 км.

Средняя квадратическая погрешность взаимного положения центра контрольного пункта относительно центра основного пункта должна быть не более 2 мм в плане и 0,5 мм по высоте.

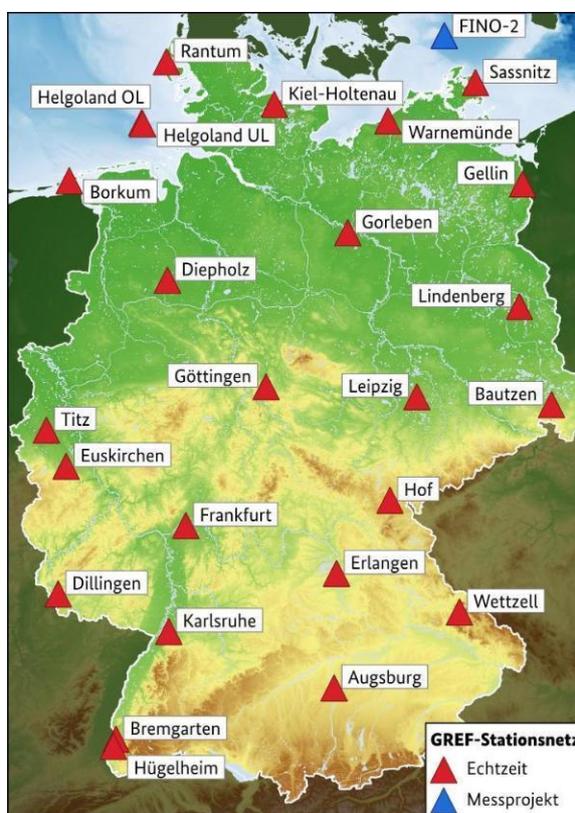


Рис. 3 Расположение сети станций GREF на территории Германии. Красные треугольники - в режиме реального времени; синие треугольники – проектируемые.

Национальный географический институт Испании (IGN Spain, Instituto Geográfico Nacional) является испанским агентством, ответственным за разработку, обслуживание и эксплуатацию национальных геодезических сетей. В настоящее время она включает сеть постоянных станций GNSS, датчики приливов, телескопы VLBI старого и нового поколения. Испанская постоянная сеть ГНСС, ERGNSS, в настоящее время состоит из 118 постоянных станций ГНСС, равномерно распределенных по всей территории страны. Некоторые из этих станций находятся в совместной собственности с учреждениями, управляющими региональными сетями ГНСС. Четыре станции включены в сеть Международной службы ГНСС (IGS), а 25 станций - в постоянную сеть ГНСС EUREF (EPN). Расположение станций сети ERGNSS показано на рис. 2.



Рис.4 Испанская национальная постоянная сеть ГНСС (ERGNSS). Синие треугольники - станции IGN; зеленые треугольники - станции, находящиеся в совместном владении.

Главную основу в системе геодезического обеспечения территории Российской Федерации используется фундаментальная астрономо–геодезическая сеть (ФАГС). Предназначена для перспективы развития, повышения качества нахождения пунктов государственной сети. ФАГС по существу создает геоцентрическую систему координат в пределах определения задач координатного и временного обеспечения (КВО).

Центральной геодезической базой для установления общей государственной геодезической сети (ГГС) служит фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС). Фундаментальная астрономо-геодезическая сеть определяется для создания государственной системы координат и образует каркас высокоточной геодезической сети (ВГС) и спутниковой геодезической сети 1 класса (СГС-1).

Плотность распределения пунктов ФАГС в среднем должна быть на 300000-500000 км<sup>2</sup>. Расстояние между смежными пунктами ФАГС — 650-1000 км, а между активными — 1500-2000 км. Пространственное положение пунктов ФАГС определяется методами космической геодезии в геоцентрической системе координат относительно центра масс Земли со средней квадратической ошибкой 10-15 см, а средняя квадратическая ошибка взаимного положения пунктов ФАГС должна быть не более 2 см по плановому положению и 3 см по высоте с учетом скоростей их изменения во времени. Средняя плотность распределения пунктов ВГС: 1 пункт на 45000 км<sup>2</sup>. Расстояние между смежными пунктами ВГС — 150-300 км в обжитых районах и 300-500 км в не обжитых районах. Количество, расположение постоянно действующих и периодически определяемых пунктов ФАГС, состав аппаратуры и программы наблюдений определяются программой построения и функционирования ФАГС. Все пункты ФАГС должны быть фундаментально закреплены с обеспечением долговременной стабильности их положения как в плане, так и по высоте [4].

Сегодня в Республике Казахстан установлена единая государственная система координат 1942 года, именуемая СК-42. В 1991 году сеть была уравнена используя достижения науки и техники того периода. В ходе уравнивания было выяснено, что по мере удаления от исходного пункта Пулково поправки к координатам возрастают. На территории Казахстана эти значения поправок могут достигать более 7 метров, а оборудование предназначено для работы на основе спутниковых технологий с точностью

2 см. Геодезическая сеть более чем устарела и необходимо модернизировать ее, используя современные методы и технологии.

По моим исследованиям относительно создания единой геодезической сети на территории Казахстана, это процесс, который требует согласованной работы между различными организациями и учреждениями, такими как государственные органы, научные институты и компании, занимающиеся геодезией и картографией.

Для модернизации государственной геодезической сети на территории Казахстана необходимо выполнить следующие шаги:

1. Осуществить модернизацию государственной координатной, высотной и гравиметрической основы. Для этого необходимо выбрать международный стандарт, который будет соответствовать требованиям Казахстана.

2. Создать сеть контрольных точек, которые будут использоваться для определения координат и высот на территории Казахстана. Эти точки должны быть расположены на всей территории страны и иметь высокую точность.

3. Установить GNSS-станции на различных точках территории Казахстана, которые будут использоваться для получения данных о координатах и высоте.

4. Создать базу данных, которая будет содержать информацию о координатах и высоте контрольных точек и GNSS-станций.

5. Обучить специалистов, которые будут работать с геодезической сетью, и создать систему контроля качества данных.

6. Принять участие в различных подкомиссиях IERS (Международная служба вращения Земли МСВЗ) и IAG (Международной ассоциации геодезии МАГ)

Для обеспечения территории Казахстана расстояние между смежными пунктами ФАГС — от 650 до 1 000 км. Количество, расположение постоянно действующих и периодически определяемых пунктов ФАГС, состав аппаратуры и программы наблюдений определяются программой построения и функционирования ФАГС. Все пункты ФАГС должны быть фундаментально закреплены с обеспечением долговременной стабильности их положения как в плане, так и по высоте. На пунктах ФАГС выполняются определения нормальных высот и абсолютных значений ускорений силы тяжести. Периодичность этих определений на станциях ФАГС устанавливается в пределах 5–8 лет и уточняется в зависимости от ожидаемых изменений измеряемых характеристик. ВГС представляет собой опирающееся на пункты ФАГС, однородное по точности пространственное геодезическое построение, состоящее из системы пунктов, удаленных один от другого на 150—300 км. В СГС-1 предлагаю объединить референсные станции в количестве 114 на территории Казахстана тем самым произвести уравнивание сети в системе точек со средними расстояниями между смежными пунктами около 25—35 км при стандартной плотности пунктов в сети—1 пункт на 1 000 км<sup>2</sup>. Беря в пример создание ГГС в Российской Федерации, нужно учитывать обширность территории, и поэтому создавая собственную единую систему, состоящую из геодезических сетей рассмотреть все факторы и опыт, которым мы можем перенять и улучшить структуру построения.

Таким образом, создание единой геодезической сети на территории Казахстана является сложным и многолетним процессом, который требует согласованной работы между различными организациями и учреждениями. Однако, это важный шаг для развития геодезии и картографии в Казахстане и обеспечения точности и надежности данных в различных областях. Геодезические сети необходимы для решения многих задач - от навигации и картографии до научных исследований. Для создания и поддержания этих сетей требуются точные методы измерения и передовые технологии, такие как GPS. Как мы видели, многие страны мира создали свои геодезические сети, чтобы обеспечить население точной геопространственной информацией.

## ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Информация о постоянной сети Европы: GNSS EUREF - <http://www.euref.eu>
2. Bruyninx, C., Legrand, J., Fabian, A. et al. GNSS metadata and data validation in the EUREF Permanent Network. GPS Solut 23, 106 (2019).
3. Федеральное агентство геодезии и картографии Германии - <https://www.bkg.bund.de/EN/About-BKG/Geodesy/Information-systems-and-Projects/information-systems-projects.html>
4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ о государственной геодезической сети Российской Федерации от 26 декабря 1995 г. № 209-ФЗ (с изменениями, ст. 6, п. 2), 2003 г.

УДК 582.083.74

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ИНТЕРФЕЙСАХ ПРИ СОЗДАНИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Шингужинов Арсен Кайратович

[arseni\\_777@mail.ru](mailto:arseni_777@mail.ru)

Магистрант 2-го курса ОП 7М07311-«Геодезия», кафедры «Геодезия и картография»  
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан

Научный руководитель - к.т.н., и. о. профессор Сағындық Марал Жәнәбілқызы.

**Аннотация:** В Республике Казахстан в настоящее время выполняется крупный проект «Цифровой Казахстан» и одним из главных направлений является создание Национальной инфраструктуры пространственных данных[1].

Период реализации проекта «Национальная инфраструктура пространственных данных» - 2020-2023 гг.

**Ключевые слова:** АИС ГЗК, ArcGIS, геоинформационные системы, ArcSDE, платформы.

Основной целью создания ИПД РК является создание условий для свободного доступа к наборам пространственной информации и ее эффективного использования как для органов государственного управления, так и для обычных граждан. А именно - Создание открытого, актуального и свободного географического пространства в виде геопортала, который будет включать разнородную географическую информацию инфраструктуры пространственных данных. Ключевым этапом НИПД, который будет обеспечивать обмен и доступ к пространственной информации и любой точки мира – геопортал НИПД.