

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.234
ESJI (KZ) = 1.042
SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2017 Issue: 02 Volume: 46

Published: 28.02.2017 <http://T-Science.org>

D.A. Gura

Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer,
Kuban State Technological University, department of
cadastre and geo-engineering, Russia.

G.G. Shevchenko

assistant, Kuban State Technological University,
department of cadastre and geo-engineering, Russia.

P.V. Pogodina

student, Kuban State Technological University,
department of cadastre and geo-engineering, Russia.

SECTION 5. Innovative technologies in science.

CREATING GEODETIC NETWORK OF BASE STATIONS IN THE FIELD OF OIL AND GAS

Abstract: The article describes the features of construction and operation of networks of base stations, the main advantages of this system, equipment and service parameters settings. It describes how you can use a network of base stations in the oil and gas industry. Results already realized projects.

Key words: Continuously Operating Reference Station, geodetic measurement, points the state geodetic network, receiver, antenna, online mode, postprocessing mode, pipeline, geodynamic monitoring.

Language: Russian

Citation: Gura DA, Shevchenko GG, Pogodina PV (2017) CREATING GEODETIC NETWORK OF BASE STATIONS IN THE FIELD OF OIL AND GAS. ISJ Theoretical & Applied Science, 02 (46): 10-20.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-02-46-3> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2017.02.46.3>

СОЗДАНИЕ ОПОРНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ НЕФТИ И ГАЗА.

Аннотация: В статье рассмотрены особенности построения и функционирования сетей базовых станций, основные преимущества этой системы, оборудование и параметры обслуживания установок. Описано, как можно использовать сети базовых станций в нефтегазовой отрасли. Приведены уже реализованные проекты.

Ключевые слова: Постоянно действующие базовые станции, геодезические измерения, пункты государственной геодезической сети, приёмник, антенна, режим реального времени, режим постобработки, разработки нефти и газа, геодинамический мониторинг.

Introduction

Традиционно при выполнении геодезических измерений или геодезической съемки используются станции с применением

спутниковых технологий. Сейчас всё наиболее популярной становится установка и использование постоянно действующих базовых станций (рисунок 1).

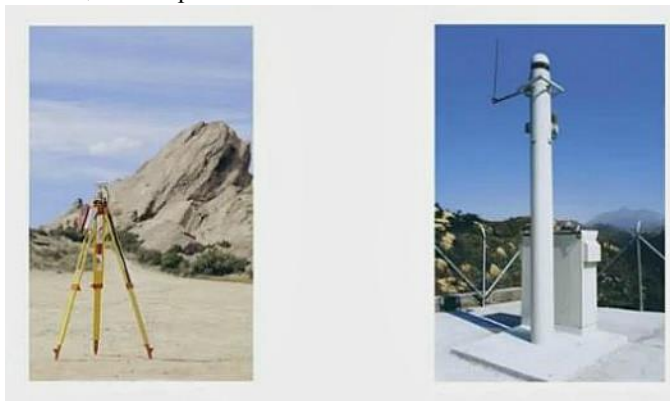


Рисунок 1 – Виды референсных станций.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Спутниковые технологии и спутниковые системы, в которых используется один приёмник, не позволяют с большой точностью определять координаты требуемых точек, своё местоположение (рис. 2). Но в некоторых областях высокая точность крайне необходима [4.с 7]. Для этого используется дифференциальный метод, в котором применяют, как минимум, два приёмника (рис.3). Один приёмник играет роль базовой станции, то

есть он устанавливается на пункте с известными координатами, а вторым выполняются измерения и съёмка. Тем самым, на данный момент, современные технологии и алгоритмы, с использованием спутниковых навигационных систем, позволяют определять координаты в режиме реального времени с точностью первых сантиметров.

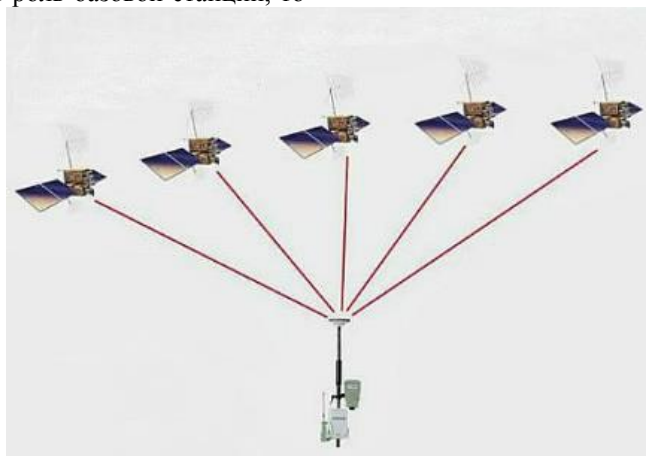


Рисунок 2 – Навигация с GNSS.

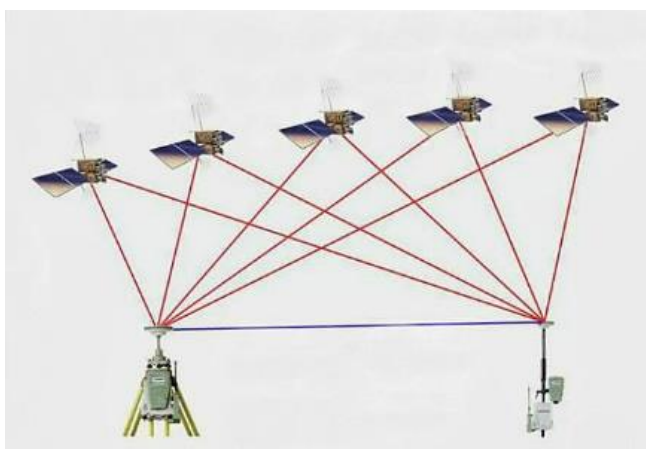


Рисунок 3 – Геодезические измерения с GNSS.

Materials and Methods

В настоящее время широко практикуются основные принципы работы со станциями при геодезических измерениях. Геодезисты выезжают на пункты государственной геодезической сети, устанавливают там штатив с комплектом приёмника, который будет играть роль базовой станции, едут на объект, где выполняют съёмку. Чтобы сократить время и оптимизировать процесс выполнения спутниковых измерений, при этом, не потратив время на то, чтобы добираться на исходные пункты и разворачивать там комплект оборудования, устанавливают постоянно

действующие базовые станции на объекте работы или вблизи него. На территории устанавливается тот же комплект, но только теперь он не снимается, а работает постоянно, непрерывно выполняя спутниковые измерения. Относительно этой станции выполняются съёмки близ расположенных объектов, координаты которых надо узнать или производятся те или иные топографические работы этих объектов. Когда речь идёт об обеспечении спутниковым сервисом более обширных, протяженных территорий, то на заданной местности развивается сеть постоянно действующих референсных станций. Благодаря им становится

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

возможным выполнять измерения с использованием спутниковых технологий на более обширных территориях (рис. 4)



Рисунок 4 – Способы предоставления исходных данных.

Существует два способа получения данных: дифференциальные поправки реального времени (DGPS RTK) и файлы измерений в режиме постобработки (RINEX). Виды получения данных представлены на рисунке 5. Сейчас наиболее часто практикуется работа в режиме реального времени, когда непосредственно геодезист прямо на объекте определяет координаты с точностью до сантиметров. Существует старый и надёжный способ – это режим постобработки, который требует, как правило, продолжительные сеансы измерений и более трудозатратную работу. На определяемой точке нужно выполнить комплекс измерений, занимающих много времени. Получив

информацию, её записывают в память приёмника, затем скачивают в специализированную программу обеспечения и обрабатывают. И только после этого получают координаты интересующих точек. Зато с помощью режима постобработки можно достигнуть более высокую точность, нежели в режиме реального времени, но пропадает оперативность. Поэтому для каких-то задач достаточно работы в режиме реального времени, если позволяет оборудование, а где-то разумно использовать режим постобработки [9.с 7].



Рисунок 5 – Виды получения данных.

На данный момент существуют разные способы формирования дифференциальных поправок при работе в режиме реального времени (рис.6). Сейчас поправки формируются от одной базовой станции, но в этом методе есть эффект возрастания ошибки при удалении от базовой станции. Для того чтобы минимизировать этот эффект, ведущие фирмы,

которые выполняют разработки спутникового оборудования, внедряют технологию, которая получает название “сетевое решение”. Благодаря нововведению, для формирования дифференциальной поправки используются данные не от одной станции, а сразу от нескольких.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

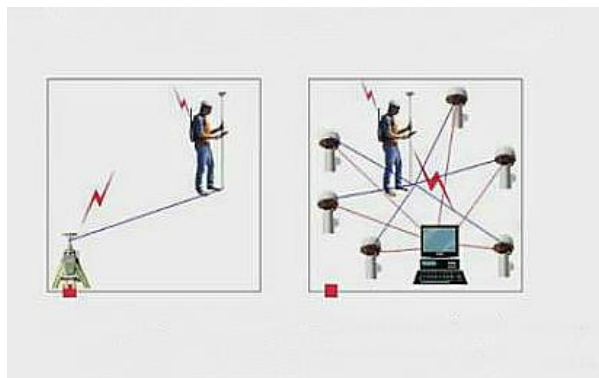


Рисунок 6 – Способы формирования поправок.

Основные положительные и отрицательные стороны различных способов получения данных.

Если стоит задача выполнения каких-то геодезических измерений на нефтяных месторождениях, то тогда устанавливается базовая станция, на ней специалисты выполняют измерения, съемки новых месторождений или строения труб газонефтепровода. В режиме реального времени есть минус. В этом способе получения данных есть ограничения по расстоянию. Ведущие фирмы производителей не рекомендуют, чтобы в режиме реального

времени съёмка выполнялась дальше, чем 30 километров от референционной станции. Дальше уже падает точность и надёжность получаемых данных, возникают ошибки.

Когда стоит задача обеспечить большую территорию сервисом с использованием спутниковых технологий и сетей референционных станций, то на заданной территории развивается сеть, где устанавливаются референционные станции. Если каждая станция будет работать автономно, то получится неравноточное поле (рис.7)



Рисунок 7 – Недостатки одиночных референционных станций.

Вблизи станций, в режиме реального времени, получится точный и надёжный результат, порядка первых сантиметров, но между станциями или при удалении от них точность будет падать. Тогда это критично, особенно при съёмке линейных объектов (газопровода, нефтепровода, линии электропередач, дороги). Когда выполняется съёмка, сначала от одной станции, далее, отдаляясь от неё, получаем поправки с другой

станции, тогда, именно в этот момент, происходят скачкообразные изменения точности измерения результатов. Это критически влияет на строительство и съёмку линейных объектов. Чтобы минимизировать этот эффект неравноточности измерений при сети дифференциальных станций, разработали вышеупомянутые сетевые решения (рис.8) [11.с 7].

Impact Factor:

ISRA (India)	= 1.344	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	ПИИЦ (Russia)	= 0.234	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 1.042	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 2.031		

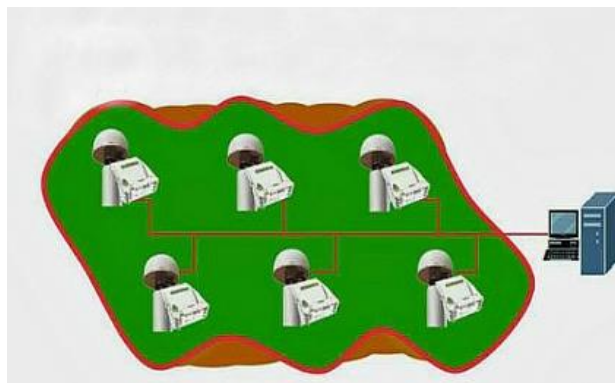


Рисунок 8 – Построение единой сети референчных станций.

Каждая станция работает не сама по себе, автономно, а все станции подключены к единому центру управления, например, к сети интернет. Эти пункты подключены к серверу, на котором установлены специализированные программы обеспечения. Данные с этих станций постоянно поступают на сервер, обрабатываются и после этого они формируют дифференциальные поправки. Эта технология позволяет компенсировать ошибку удаления от базовых станций. В любой точке территории, на которой создана сеть, измерения будут с одинаковой точностью.

Основное преимущество, которое получают при наличии референчной станции или сети станций, в зависимости от той территории, на которой это всё развивается – это сокращение проектных расходов. На практике это в основном

тот факт, что не нужно выделять геодезический комплект оборудования, чтобы уезжать на какой-либо исходный пункт, и относительно него потом выполнять съёмку. То есть, при наличии сети референчной станции достаточно только оборудования роллеров, которыми выполняют съёмку. Необходимость в своей базовой станции отпадает. Тем самым это упрощает процесс и сокращает время на выполнение геодезической съёмки [12.с 7].

Основные элементы ГЛОНАСС/GPS инфраструктуры – это сами референчные станции, которые устанавливаются с оборудованием и принимают спутниковые сигналы. Центр их обработки - серверы со специальным программным обеспечением и пользователи, которые подключаются к системе (рисунок 9).

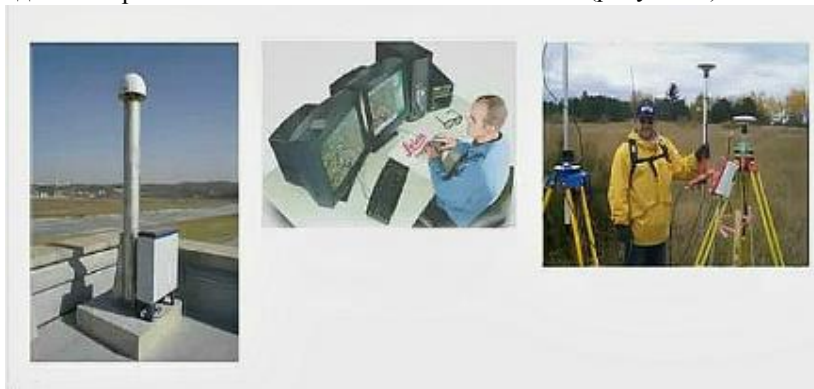


Рисунок 9– Основные элементы

Станции работают автономно и постоянно, то есть 24 часа в сутки вся информация поступает в центр, где она записывается и формируется в файлы для постобработки, чтобы потом их можно было скачать и использовать. Также формируются в режиме реального времени поправки, которые позволяют работать в режиме реального времени.

Основное преимущество системы – это, во-первых, создание новой высокоточной геодезической основы.

То есть, референчные станции играют роль исходных пунктов. Во-вторых, это автоматизация процесса сбора измерений с использованием спутниковых технологий. Теперь геодезисту достаточно только выехать в район работ, подключиться к системе, выполнить измерения и получить результаты у себя в контроллере. Никакой постобработки, других дополнительных действий не требуется, процесс упрощается и убыстряется.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Оборудование, используемое на референчных станциях.

В современном мире существует огромное количество компаний, готовых предложить геодезическое оборудование, используемое на референчных станциях. Например, приёмники существуют как простые, так и более сложные, с большим спектром функционала (рис. 10). Это может быть решение в виде рюкзака, если работа больше связана со съёмками линейных объектов, когда приходится преодолевать большие

расстояния. Либо это какие-то smart решения, которые позволяют достаточно быстро собрать комплект [1.с 7]. Все приёмники поддерживают спутниковые системы. Оборудование рассчитано на долгие годы использования. Если станут появляться новые спутниковые системы, то сам приёмник менять незачем, достаточно обновить прошивку. К тому же всё делается дистанционно, приёмники управляются через интернет.



Рисунок 10 – Приёмники референчных станций.

Также компании предлагают ряд антенн от самых простых типа AS10 до высокоточных AR25 Choke Ring. В зависимости от задач, антенны также могут использоваться на референчных станциях. Они разработаны с тем,

чтобы принимать сигналы существующих и планируемых навигационных систем [3.с 7].



Рисунок 11 – Антенны референчных станций.

Поговорим о **программном обеспечении**. Основными задачами программного обеспечения являются: управление референчными станциями, дистанционная настройка станций, приём данных спутниковых измерений, их обработка, формирование в файлы для режима постобработки, а также создание

дифференциальных файлов для работы в режиме реального времени. Программное обеспечение выполняет регистрацию пользователя, записывает все включения.

На рисунке 12 можно увидеть, как выглядит программное обеспечение.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

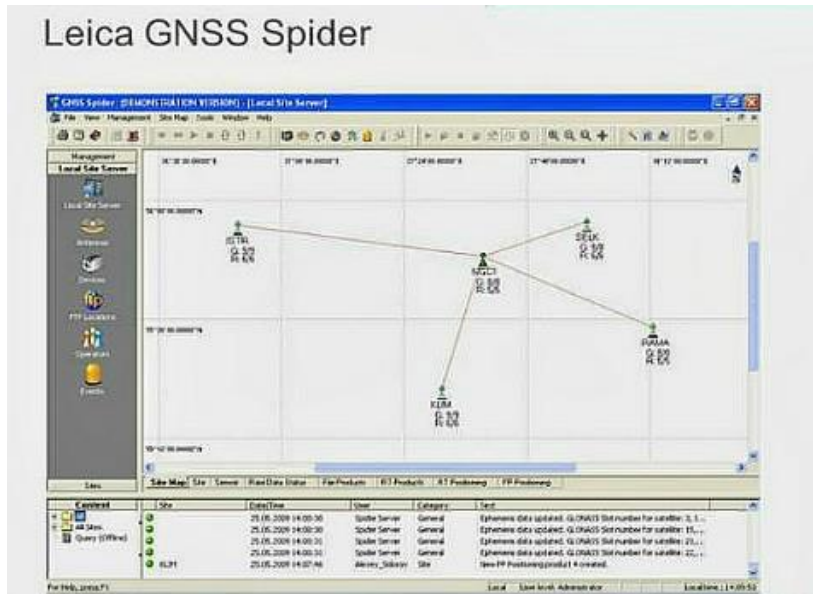


Рисунок 12 – Скриншот программного обеспечения.

По каждой станции, в режиме реального времени наблюдаем спутниковую ситуацию:

когда спутники принимают, где и в каком количестве (рис.13).

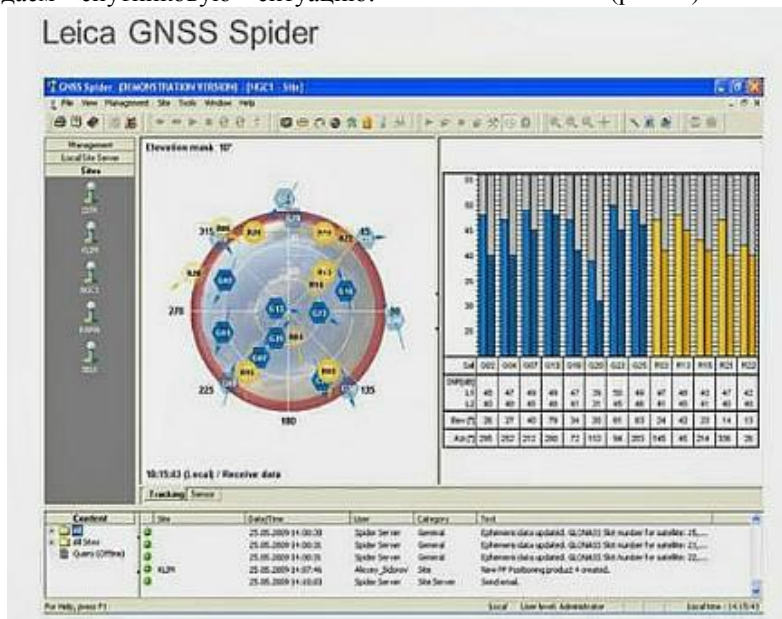


Рисунок 13 – Спутниковая ситуация в режиме реального времени.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

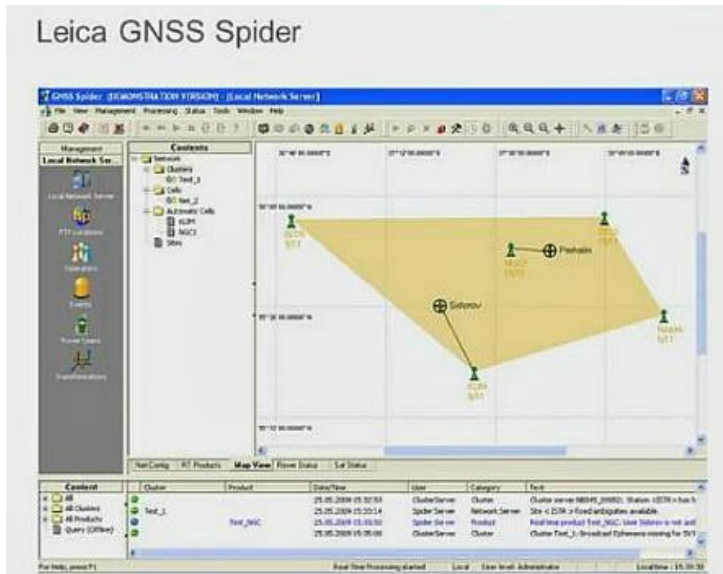


Рисунок 14 – Пользователи, подключенные к системе.

Автоматически можно посмотреть их местоположение на картографическом портале Google (рисунок 15).

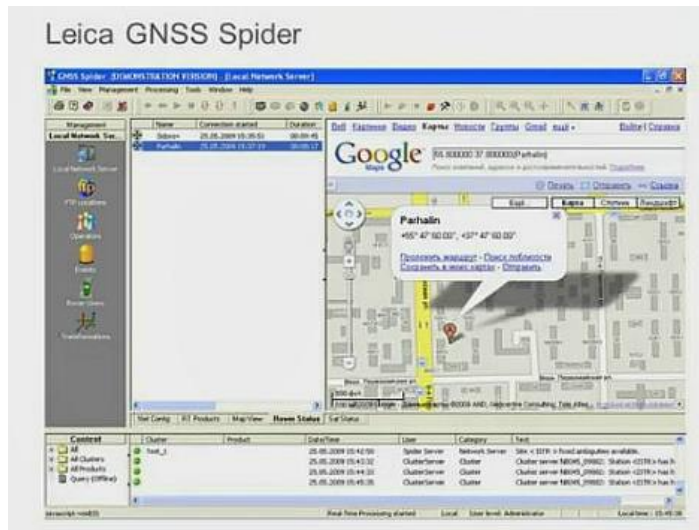


Рисунок 15 – Местоположение пользователей.

Основные этапы построения сети референсных станций.

Если стоит задача создать сеть референсных станций на какой-то территории, на которой добывают нефть или газ, то на месторождениях устанавливаются станции, для создания единой сети референсных станций. Тем самым обеспечивается возможность выполнения геодезических измерений на этой территории. Как правило, референсные станции ставят на каких-то зданиях, где необходимо обеспечить наличие электропитания и связи. Это станции, подключённые через сеть интернет. После того, как на заданной территории спланировали, где эти станции потенциально могут быть

установлены, выполняют установку этих станций. Особое внимание уделяется жесткости установки антенны, потому что она играет роль исходного пункта, и её положение в трёхмерном пространстве, в плане, по высоте должно быть максимальным, так как от антенны будут выполняться постоянные измерения. Центр обработки это сервер, к нему подключаются через интернет приёмники. Далее настраивается программное обеспечение, происходит установка поступления данных, их запись и передача от пользователя [13.с 7]. Выполняются работы по определению координат референсных станций. В каждом районе, на каждом месторождении существует своя местная система координат. Для

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

того чтобы измерения выполнялись сразу в системе координат, необходимо выполнить привязку референчных станций к требуемой системе.

Общие требования к установке референчных станций.

Требования к референчным станциям следующие: открытый небосвод для спутниковой антенны, чтобы был максимальный приём спутниковых сигналов, молниезащита, надежное закрепление антенны, ограниченный доступ к станциям, постоянное электропитание и средства коммуникации. Пример зарубежных установок представлен на рисунке 16. Установки в России рис.17.

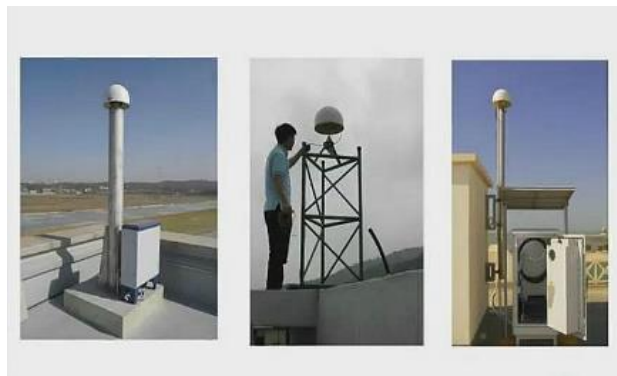


Рисунок 16 – Пример зарубежных установок референчных станций.



Рисунок 17 – Пример установок в России.

Использование референчных станций и решение важных задач с помощью них.

Референчные станции используются в открытии и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Конечно, в любом случае нужна геодезическая основа, привязка и работа, поэтому при наличии развития сети референчных станций, этот процесс будет улучшен и автоматизирован. Также они используются при строительстве новых газонефтепроводов [2.с7]. Пользуются сетью референчных станций и в геодинимическом мониторинге нефтяных и газовых месторождений. Очень часто возникает задача отслеживать изменения поверхности земли, на месторождениях, чтобы избежать чрезвычайных ситуаций. На рисунке 18, приведен пример нефтяной платформы в Каспийском море им. Ю.

Корчагина. На ней установлены четыре станции. Три станции на главном модуле, одна на жилом. Выполняется мониторинг взаимного положения требуемых точек этой платформы. Раз в сутки эти координаты определяются, и автоматически рисуются графики изменений этих координат с течением времени, чтобы было возможным отследить критические подвижки [3.с 7]. Рассмотрим ещё один пример использования сети референчных станций. Компания Riteg на своих месторождениях развила сеть референчных станций, которые используются как точки геодинимического мониторинга, полигона. Станции выполняют измерения их взаимного положения, проверяют стабильность, играют роль геодезической основы. Относительно станций, выполняются измерения при строительстве объектов, месторождений.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



Рисунок 18 –Платформа
им. Ю. Корчагина в Каспийском море.

Conclusion

Таким образом, постоянно действующие базовые станции играют большую роль в нефтегазовой отрасли. Помимо материальных и временных преимуществ, их использование

помогает предотвращать огромные катастрофы на нефтяных и газовых месторождениях. Отслеживание динамики объекта позволит специалистам в случае критических смещений быстро среагировать и устранить неполадки.

References:

- (2016) Available: www.navgeocom.ru (Accessed; 25.12.2016).
- Klyushin EB, Gayrabekov IG, Vaganov IA (2013) Sputnikovyye metody izmereniy v geodezii // Uchebnoe posobie / Moscow, 2013. Tom Chast 2.
- Gribkova IS, Yuriy AV, Bedin GV, Nizovskih AS, Moskvina OV (2016) Obzor sovremennykh geodezicheskikh priborov dlya vyipolneniya deformatsionnogo monitoringa // Nauka. Tehnika. Tehnologii (politehnicheskii vestnik). 2016. # 2, p. 91-94.
- Gura DA., Shevchenko GG, Gura TA, Burdinov DT (2016) Osnovy sputnikovoy navigatsii // Molodoy uchenyy. 2016.# 28 (132). p. 64-70.
- Berdzenishvili SG, Gura DA, Zheltko CN, Kravchenko EV (2014) Kartografiya // FGBOU VPO «KubGTU», ООО «Izdatelskiy Dom – Yug». Krasnodar, 2014, 66 p.
- Kuznetsova AA, Gura DA, Shevchenko GG (2013) Opyit ispolzovaniya tehnologiy i oborudovaniya Leica Geosystems v uchebno-obrazovatelnom protsesse KubGTU. Vyipolnenie hozdogovornyykh rabot // Statya v zhurnale: Nauka. Tehnika. Tehnologii (politehnicheskii vestnik). 2013. # 4. p. 64-66.
- Gura TA, Karanova VV, Thazeplova DA (2016) Geodezicheskoe obespechenie stroitelstva podzemnykh kommunikatsiy v usloviyakh g. Krasnodara i Krasnodarskogo kraya // Vestnik magistratury. 2016. #11-3. p. 18-22
- Rudik EA, Gura DA (2012) Provedenie topograficheskoy s'emki s primeneniem sputnikovykh sistem i elektronnykh taheometrov // Sbornik trudov konferentsii: Nauki o zemle na sovremennom etape. Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2012. p. 118-120.
- Abushenko SS, Amirov EK, Gura DA, Avetisyan GG (2012) Problemy, vznikayushchie pri vyipolnenii kontrolno-ispolnitelnoy s'emki // Sbornik trudov konferentsii: Nauki o zemle na sovremennom etape. Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2012. p. 107-109.
- Gura DA, Shevchenko GG (2012) Sovremennyye izmeritelnyye tehnologii na kafedre kadastra i geoinzhenerii v KubGTU // Nauchno-tehnicheskii zhurnal po geodezii,

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

- kartografii i navigatsii Geoprofi. 2012. # 6. p. 23-24.
11. Gura DA, Dotsenko AE (2013) O neobhodimosti vyipolneniya geodezicheskoy s'emki // Sbornik trudov konferentsii: Aktualnyie voprosyi nauki. Materialyi IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2013. S. 204-205.
 12. Korelov SN, Gura DA, Shevchenko GG, Zheltko CN, Zheltko SC, Berdzenishvili SG, Nelyubov YS (2011) Geodezicheskie raboty pri vedenii kadastra // Metodicheskie ukazaniya k prakticheskim zanyatiyam dlya studentov vseh form obucheniya spetsialnosti 120303 Gorodskoy kadastr i napravleniya 120700.62 Zemleustroystvo i kadastry / Krasnodar, 2011.
 13. Gura DA, Kusova SI, Kravtsova TV (2012) O problemah sovremennogo kadastra // Sbornik trudov konferentsii: Nauki o Zemle na sovremennom etape. VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. 2012. p. 73-75.
 14. Podkolzin O, Zhihareva M, Odintsov S, Perov A, Khalin I (2014) Passport of the evaluated area as a basis of the improvement of the state evaluation of agricultural land // VestnikAPKStavropolya. 2014. # 1S. p. 116-118.

