

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 27.05.2025 15:55:15  
Уникальный программный идентификатор:  
528682d78e671e566ab07f01fa1ba2177c735a12

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский государственный университет  
генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Система геодезического обеспечения государства»

**21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование**  
профиль подготовки  
**Геодезия и дистанционное зондирование**

**Саратов 2023**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Организация геодезического обеспечения территории Российской Федерации (РФ)	4
2. Геодезические методы на территории России	15
3. Спутниковая геодезия в России	26
4. Задание на курсовую работу	28
Заключение	31
Список литературы	31

## ВВЕДЕНИЕ

Изучая геодезию, ее разделы в различных курсах, студенты, получили представление о том, насколько многообразны средства, методы и технологии решения геодезических задач, и, насколько многообразны поставщики и потребители геодезических материалов и данных. В курсе дисциплины «Система геодезического обеспечения государства» и при написании курсовой работы, студентами должна быть реализована следующая цель: обобщить знания о геодезической науке на основе системного подхода.

Производители и потребители геодезической информации объединяются в рамках системы геодезического обеспечения страны, региона или ведомства. Система геодезического обеспечения РФ, представляет собой совокупность взаимосвязанных, согласованных и целенаправленных мероприятий по созданию геодезических материалов и данных в процессе выполнения геодезических работ и доведению этих материалов и данных до потребителей. При этом производители одного вида геодезических материалов или данных могут выступать в качестве потребителя другого вида геодезических материалов или данных.

В соответствии с Конституцией РФ, геодезия в нашей стране относится к ведению государства. Именно этим в первую очередь объясняется то, что в составе геодезических сетей выделяется блок государственных геодезических сетей, то есть геодезических сетей, находящихся в ведении государства и уполномоченных им организаций, отвечающих, в том числе, за создание, поддержание, развитие и использование геодезических сетей.

Целью создания и совершенствования системы является повышение точности геодезических и картографических работ, эффективности геодезической и картографической деятельности, в том числе, гидрографического обеспечения делимитации, демаркации и проверки прохождения линии Государственной границы РФ, создание федерального и муниципальных банков координат пунктов государственных и специальных сетей, развитие спутниковых методов и технологий позиционирования и интеграции системы «ГЛОНАСС» во все сферы экономики РФ.

# **1. ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ РФ**

В студенческие годы, вероятно, всем приходилось не раз слышать и использовать понятие «система». Это понятие достаточно часто встречается в геодезии. Например, система координат, система высот, гравиметрическая система. Что же такое система? Обратимся к нормативно-техническим документам: ГОСТ Р ИСО МЭК 15288-2005 «Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем». В этих документах понятие «система» трактуется как комбинация взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей.

Таким образом, система геодезического обеспечения представляет собой совокупность взаимосвязанных, согласованных и целенаправленных мероприятий по созданию геодезических материалов и данных в процессе выполнения геодезических работ и доведению этих материалов и данных до потребителей. При этом производители одного вида геодезических материалов или данных могут выступать в качестве потребителя другого вида геодезических материалов или данных. Производители и потребители данных геодезических измерений представляют собой государственные и частные организации, которые поддерживают в настоящее время функционирование данной системы.

В соответствии с Конституцией РФ, геодезия в нашей стране относится к ведению государства. Именно этим в первую очередь объясняется то, что в составе геодезических сетей выделяется блок государственных геодезических сетей, то есть геодезических сетей, находящихся в ведении государства и уполномоченных им организаций, отвечающих, в том числе, за создание, поддержание, развитие и использование геодезических сетей. Естественно, список этих организаций возглавляют федеральные органы исполнительной власти.

Под первым номером значится Министерство экономического развития Российской Федерации. Минэкономразвития России является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере геодезии и картографии. Основным полномочием Министерства в сфере геодезии и картографии является принятие норм и правил выполнения геодезических и картографических работ федерального назначения, положений о федеральном, территориальных и ведомственных картографо-геодезических фондах и перечней включенных в них материалов и данных, порядка создания геодезических сетей специального назначения.

Далее следует Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). В соответствии с Положением «О

Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 01.06.2009 №457, Росреестр осуществляет полномочия в сфере геодезической деятельности.

1) Осуществляет в установленном законодательством РФ порядке:

- государственный метрологический надзор в области геодезической (и картографической) деятельности;
- государственный геодезический надзор за геодезической и картографической деятельностью, передачей геодезических и картографических материалов и данных в картографо-геодезические фонды, а также за хранением и использованием этих материалов и данных.

2) Организует:

- определение параметров фигуры Земли и в этих целях внешнего гравитационного поля;
- создание, развитие и поддержание в рабочем состоянии государственных нивелирных и геодезических сетей, в том числе гравиметрических фундаментальной и первого класса, плотность и точность которых обеспечивают создание государственных топографических карт и планов, решение общегосударственных, оборонных, научно-исследовательских и иных задач;
- дистанционное зондирование Земли в целях обеспечения геодезической и картографической деятельности;
- геодинамические исследования на базе геодезических и космических измерений;
- создание и ведение в пределах своей компетенции федерального и территориальных картографо-геодезических фондов Российской Федерации;
- проведение в пределах своей компетенции геодезических, картографических, топографических и гидрографических работ в целях обеспечения обороны и безопасности Российской Федерации;
- геодезическое, картографическое, топографическое и гидрографическое обеспечение делимитации, демаркации и проверки прохождения линии государственной границы РФ, а также делимитации морских пространств РФ;
- обеспечение геодезическими, картографическими, топографическими и гидрографическими материалами и данными об установлении и изменении границ субъектов Российской Федерации, границ муниципальных образований;
- производство геодезических и гидрографических работ в океанах и морях в целях обеспечения безопасности общего мореплавания;

- установление единых государственных систем координат, высот и гравиметрических измерений;
- установление в пределах своей компетенции местных систем координат;
- службу контроля деформации земной поверхности, входящую в федеральную систему сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений;
- создание в пределах своей компетенции картографической и геодезической основы государственного кадастра недвижимости.

3) Создает метрологическую службу и (или) определяет должностных лиц в целях организации деятельности по обеспечению единства измерений в области геодезии и картографии.

4) Обеспечивает в пределах своей компетенции защиту сведений, составляющих государственную и иную охраняемую законом тайну, а также контроль и координацию деятельности по защите таких сведений в подведомственных организациях.

5) Осуществляет в установленном законодательством Российской Федерации порядке международное сотрудничество по вопросам, относящимся к установленной сфере деятельности.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30 апреля 2008 г. № 323 "Об утверждении Положения о полномочиях федеральных органов исполнительной власти по поддержанию, развитию и использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах обеспечения обороны и безопасности государства, социально-экономического развития РФ и расширения международного сотрудничества, а также в научных целях" Росреестр осуществляет следующие полномочия:

- создание системы геодезического обеспечения территории РФ с использованием навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS;
- создание постоянно действующих станций (пунктов) для спутниковых дифференциальных определений координат;
- разработку и утверждение отраслевых нормативных актов в сфере геодезического и навигационного обеспечения;
- взаимодействие с международными организациями по вопросам использования спутниковых геодезических и навигационных технологий.

Ведущим профильным учреждением Росреестра в области геодезии является ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД». Центр создан 19 июля 2013 года в соответствии с распоряжением Правительства РФ № 220-р. В состав центра вошли ведущие предприятия отечественной геодезии и картографии: ФГУП «ЦГКФ», ФГУП «ЦНИИГАиК», ФГУП

«ГОСГИСЦЕНТР», ФГУП «Картгеоцентр». В настоящее время ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД» - крупный научно-технический центр, имеющий 23 региональных отдела.

Также работы в интересах Росреестра выполняет ОАО «Роскартография», государственная компания, образованная в соответствии с указом Президента РФ от 12 марта 2012 года № 296 в целях сохранения, развития и обеспечения эффективного использования научно-производственного потенциала унитарных предприятий, осуществляющих деятельность в области геодезии и картографии, и удовлетворения потребностей РФ в картографической, навигационной и геодезической продукции. Компания создана на базе федерального государственного унитарного предприятия «Московское аэрогеодезическое предприятие» (МАГП). Согласно указу Президента, к «Роскартографии» относятся также 32 других предприятия картографо-геодезической отрасли, включая топографо-геодезические предприятия, производственное картосоставительское объединение (ПКО) «Картография», картографические фабрики. Приоритетное направление деятельности ОАО «Роскартография» – осуществление им геодезической и картографической деятельности в интересах органов государственной власти РФ, а также в целях обеспечения обороноспособности и безопасности государства.

Основные направления деятельности ОАО «Роскартография» включают:

- создание государственных спутниковых и наземных геодезических сетей ВГС, СГС-1, ГГС, ГВО, городских, каркасных сетей, сетей сгущения и опорно-межевых сетей;
- геодинамические исследования;
- уравнивание пространственных, плановых и высотных геодезических сетей любой сложности и протяжённости.

Следующим в ряду федеральных органов исполнительной власти является Министерство обороны РФ. Приказом МО РФ от 30 ноября 2005 года №505 утверждены положение о топографической службе ВС РФ и Военно-топографическом управлении ГШ ВС РФ.

Основными задачами топографической службы являются:

- организация и выполнение геодезических, топографических и картографических работ федерального и специального назначения в целях заблаговременной подготовки территории РФ и континентальных районов в топогеодезическом отношении;
- топогеодезическое обеспечение применения ВС, а также других войск, воинских формирований и органов;
- выполнение мероприятий по топогеодезическому обеспечению постоянной боевой и мобилизационной готовности войск, их повседневной жизнедеятельности;

- создание необходимых запасов и организация обеспечения войск топографическими и специальными картами в цифровой и аналоговой формах, исходными астрономо-геодезическими и гравиметрическими данными, их учет, хранение и контроль за использованием.

Подразделения (отдельные должности) топографической службы создаются в главных штабах видов ВС, штабах военных округов, родов войск Вооруженных Сил, объединений, соединений и воинских частей для организации топогеодезического обеспечения войск, организации выполнения специальных работ в целях заблаговременной подготовки территории РФ, континентальных районов в топогеодезическом отношении. В Военно-Морском Флоте топогеодезическое обеспечение возлагается на гидрографическую службу ВМФ.

Военно – топографическое управление является органом, осуществляющим управление топографической службой. В число функций Военно-топографического управления, в частности, входят:

- разработка перспективных (на 5 лет) и годовых планов специальных работ по подготовке территории континентальных, районов в топогеодезическом отношении;
- разработка плана совершенствования системы топогеодезического обеспечения ВС;
- организация работ по созданию и обновлению топографических, специальных, цифровых и электронных карт, планов городов, исходных астрономо-геодезических и гравиметрических данных по заявкам центральных органов военного управления, главных штабов видов ВС, штабов военных округов и родов войск ВС;
- участие в координации деятельности федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих геодезическую и картографическую деятельность в интересах обороны и обеспечения военной безопасности РФ;
- организация развития и контроль состояния пунктов космической геодезической сети, планирование комплекса мероприятий по обеспечению их функционирования на поверхности Земного шара, получение и обработка измерительной информации с космических комплексов геодезического, картографического и навигационного назначения;
- подготовка предложений в план применения космических сил и средств ВС для решения задач по картографированию территории континентальных районов, созданию геодезической сети повышенной точности, а также предложений (заявок) в график запусков космических аппаратов в части геодезических и картографических комплексов;

- организация деятельности картографо-геодезического фонда Министерства обороны.

Для создания перспективной системы обеспечения ВС РФ геопространственной информацией проведены мероприятия по созданию высокоэффективной организационной структуры, отвечающей за обеспечение ВС РФ геопространственной информацией. В частности, сформированы воинские части центрального подчинения, главный центр космической геодезии, навигации и картографии, главный центр геопространственной информации, экспедиционный топогеодезический отряд, воинские части окружного подчинения — центры геопространственной информации и навигации, воинские части армейского подчинения — топографические части.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30 апреля 2008 г. № 323 «Об утверждении Положения о полномочиях федеральных органов исполнительной власти по поддержанию, развитию и использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС ...»

- координацию работ по созданию, развитию и использованию системы ГЛОНАСС, функциональных дополнений и аппаратуры спутниковой навигации в интересах обеспечения обороны и безопасности РФ, а также совместно с Федеральным космическим агентством - в интересах гражданских потребителей;
- управление орбитальной группировкой космических аппаратов системы ГЛОНАСС;
- создание, поддержание и развитие средств мониторинга навигационного поля, создаваемого системой ГЛОНАСС;
- мониторинг параметров и обеспечение заданных характеристик навигационного поля, создаваемого системой ГЛОНАСС и функциональными дополнениями;
- создание, поддержание и развитие системы метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС и функциональных дополнений;
- организацию проведения и внедрения результатов научных исследований по развитию навигационных технологий системы ГЛОНАСС в интересах обеспечения обороны и безопасности РФ.

Министерство обороны РФ является одним из основных заказчиков выполненных мероприятий Федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы».

Еще одним крупным заказчиком этой программы является Федеральное космическое агентство (Роскосмос). Федеральное космическое агентство осуществляет:

- координацию работ по поддержанию, развитию и использованию системы ГЛОНАСС в интересах гражданских, в том числе коммерческих, потребителей и в целях расширения международного сотрудничества Российской Федерации;
- обеспечение реализации совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти государственной политики в области поддержания, развития и использования системы ГЛОНАСС, функциональных дополнений и аппаратуры спутниковой навигации системы ГЛОНАСС (ГЛОНАСС/GPS) (далее - аппаратура спутниковой навигации);
- разработку совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти нормативных правовых актов и отраслевых нормативных актов в области развития и использования системы ГЛОНАСС, функциональных дополнений и аппаратуры спутниковой навигации;
- участие в мониторинге параметров и характеристик навигационного поля, создаваемого системой ГЛОНАСС и функциональными дополнениями;
- организацию проведения фундаментальных научных исследований и внедрение их результатов в интересах развития системы ГЛОНАСС и функциональных дополнений;
- создание и развитие совместно с Министерством обороны Российской Федерации и Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии системы метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС и функциональных дополнений;
- координацию международного сотрудничества федеральных органов исполнительной власти и организаций в области поддержания, развития и использования различных навигационных спутниковых систем и их функциональных дополнений;
- организацию в установленном порядке взаимодействия с компетентными органами иностранных государств по вопросам использования системы ГЛОНАСС и функциональных дополнений, включая разработку проектов международных договоров Российской Федерации и заключение соответствующих контрактов;
- внедрение навигационных технологий системы ГЛОНАСС и функциональных дополнений в интересах социально-экономического развития Российской Федерации и в интересах гражданских, в том числе зарубежных, потребителей, а также в научных целях.

Участие предприятий и организаций Роскосмоса в поддержании, развитии и использовании системы ГЛОНАСС выразалось в следующем:

- проектирование и создание навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС, ГЛОНАСС-М, ГЛОНАСС-К и средств функционального дополнения;
- разработка и создание навигационной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС/GPS, в том числе геодезической спутниковой аппаратуры, используемой при построении спутниковых геодезических сетей;
- создание и эксплуатация российской системы дифференциальной коррекции и мониторинга радионавигационных полей (СДКМ) является функциональным дополнением к спутниковым навигационным системам ГЛОНАСС и GPS и обеспечивает улучшение характеристик этих систем для решения задач, требующих высокой точности и целостности. В настоящее время сеть СДКМ состоит более чем из 25 наземных станций наблюдения, 20 из которых расположены на территории России, причем часть из российских станций функционально входит в состав ФАГС.

Помимо этого, на предприятия и организации Роскосмоса возложены функции по созданию новой отечественной космической геодезической системы ГЕО-ИК-2. Создание системы ГЕО-ИК-2 осуществляется кооперацией, которую возглавляет ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва». Основными задачами системы ГЕО-ИК-2 являются:

- построение высокоточной геодезической сети в геоцентрической системе координат;
- уточнение параметров гравитационного поля Земли в планетарном масштабе;
- детальное уточнение формы и положения поверхности геоида в Мировом океане.

В ведении Роскосмоса находятся вопросы астрономо-геодезического обеспечения служб космодрома «Байконур» и строящегося космодрома «Восточный», решаемые силами Центра эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры (ЦЭНКИ).

В организационную структуру геодезического обеспечения входит Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). В его ведении находятся вопросы обеспечения единства геодезических измерений. Один из ведущих институтов Росстандарта, ВНИИФТРИ, является базовой организацией Государственной службы времени и частоты, в функции которой входит определение параметров вращения Земли, в том числе координат полюса. Знание этих параметров

необходимо для высокоточного учета изменений координат фундаментальных геодезических пунктов.

Система геодезического обеспечения РФ включает в себя также ряд предприятий промышленности, занимающихся разработкой и производством геодезической техники. В числе этих предприятий следует отметить:

- Уральский оптико-механический завод (УОМЗ) (электронные тахеометры, спутниковая аппаратура);
- Раменский приборостроительный завод (гравиметры, инерциальные системы);
- ЦНИИ «Электроприбор» (гравиметры, гироскопы);
- ОАО «106 экспериментальный оптико-механический завод» (подвижные навигационно-геодезические комплексы);
- ОАО «НПК «Системы прецизионного приборостроения» (высокоточные спутниковые лазерные дальнометры);
- ОАО «Российский институт радионавигации и времени» (РИРВ);
- НИИ космического приборостроения (в составе ОАО «Объединенная ракетно-космическая корпорация») – спутниковая геодезическая аппаратура, и др.

Дополняют организационную структуру геодезического обеспечения ряд научных учреждений Российской академии наук, в настоящее время подведомственных ФАНО – Федеральному агентству научных организаций. Понятно, что многие задачи геодезического обеспечения являются наукоемкими, требуют глубокой научной проработки. В первую очередь это касается вопросов фундаментальной геодезии, в том числе фундаментального астрономо-геодезического обеспечения системы ГЛОНАСС. Федеральной целевой программой по системе ГЛОНАСС установлены (выполнены) требования на 2020 год по точностным характеристикам государственной геоцентрической системы координат и моделей гравитационного поля Земли. Выполнение этих требований невозможно без опоры на научный потенциал РАН.

Во-первых, это Институт прикладной астрономии РАН, один из крупнейших астрономических институтов мира, ведущий исследования в области новых методов астрометрии и геодинамики, эфемеридной астрономии, классической и релятивистской небесной механики, радиоастрономии и радиоинтерферометрии, космической геодезии и фундаментального координатно-временного обеспечения. В ведении ИПА РАН находится радиоинтерферометрический комплекс «КВАЗАР-КВО», станции которого (в количестве 3, Зеленчукская, Бадары, Светлое) функционально входят в состав ФАГС.

Во-вторых, это Институт физики Земли РАН, являющийся базовой организацией Геофизической службы РАН, одним из направлений деятельности которой является мониторинг медленных геодинамических

процессов в земной коре и деформаций земной поверхности. Постоянно действующие пункты наблюдений ГС РАН входят в Международную службу ГНСС (IGS) и также используются в качестве пунктов ФАГС. Помимо этого, Институт физики Земли выполняет значительный объем работ по морским и аэрогравиметрическим съемкам, в том числе в районах Арктики. Это имеет существенное значение не только для освоения ресурсного потенциала, но и для уточнения моделей гравитационного поля Земли в целях геодезии и навигации.

В-третьих, Институт астрономии РАН, занимающийся, в том числе, высокоточным определением орбит космических аппаратов геодезического назначения по доплеровским наблюдениям этих космических аппаратов в системе DORIS. Система DORIS состоит из передающей аппаратуры, устанавливаемой на наземных пунктах, точно привязанных в геодезическом отношении, приемной аппаратуры, устанавливаемой на борту космического аппарата, системы синхронизации и центра обработки данных. Применение системы DORIS обеспечивает сантиметровой уровень точности определения орбит геодезических спутников.

Областные (городские) организации являются непосредственными руководителями и исполнителями региональных разделов Российской программы системы геодезического обеспечения государства. Например, в условиях Москвы функционируют организации управление Росреестра по Московской области, агентство по техническому регулированию и метрологии по Московской области (Росстандарт), ГУП «Мосгоргеотрест», ОАО «Мосметрострой».

На территории г. Саратова и Саратовской области руководителями и исполнителями российской геодезической программы являются управление Росреестра по Саратовской области и агентство по техническому регулированию и метрологии по Саратовской области (Росстандарт). В их ведении находятся вопросы обеспечения единства геодезических измерений.

С целью формирования единого информационного ресурса об объектах пространственных данных, расположенных на территории области, а также реализации мероприятий по созданию, использованию и развитию региональной модели инфраструктуры пространственных данных Саратовской области между Росреестром и администрацией губернатора области достигнуто Соглашение "О взаимодействии при организации инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации на территории Саратовской области" (№ 86 от 18.10.2013). В рамках данного Соглашения Управление Росреестра по Саратовской области осуществляет следующую деятельность:

- Разрабатывает нормативно-техническую документацию в области создания региональной модели инфраструктуры пространственных данных;

- Предоставляет архивные данные на территорию субъекта (в том числе цифровые метаданные);
- Обеспечивает информацией о создании и ведении географических информативных систем федерального, специального (отраслевого) и регионального назначения, территориального картографо-геодезического фонда;
- Создает цифровые адресные планы для Публичной кадастровой карты Саратовской области;
- Формирует единую картографическую основу (ЕКО) на территорию субъекта РФ;
- Регулирует деятельность в системе функционирования Геопортала по сбору, хранению и передаче пространственных метаданных об объектах, расположенных на территории Саратовской области;
- Обеспечивает информацией о данных зондирования земли (ДЗЗ);
- Ведет наблюдение за сохранностью государственных геодезических и нивелирных сетей, локальных спутниковых дифференциальных станций, в том числе использует результаты космической деятельности (на основе систем ГЛОНАСС/GPRS).

## 2. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС) - сеть, обеспечивающая высший уровень точности общеземной геоцентрической координатной системы на территории России. Эта сеть характеризуется ошибками определения координат пунктов относительно центра масс Земли, не превышающими 15 см, и ошибками взаимного положения, не превышающими 2 см. Средние расстояния между пунктами 800 -1000 км. Значительную часть метода создания данной сети составляют спутниковые определения

Высокоточная геодезическая сеть (ВГС) - сеть, обеспечивающая следующую по точности после ФАГС реализацию координатной системы, опирающаяся на пункты ФАГС. ВГС характеризуется ошибками определения взаимного положения по каждой из плановых координат  $3 \text{ мм} + 5 \times 10^{-8} D$  (где  $D$  расстояние между пунктами) и  $5 \text{ мм} + 7 \times 10^{-8} D$  по геодезической высоте. Средние расстояния между пунктами 150-200 км. Основную часть методики создания ВГС составляют спутниковые определения.

**Государственная геодезическая сеть РФ**, созданная на период до 1995 года, объединяет в одно целое:

- 26 астрономо-геодезических пунктов космической геодезической сети на территории бывшего СССР;
- 131 пункт доплеровской геодезической сети;
- 164306 пунктов астрономо-геодезической сети (АГС) 1 и 2 классов;
- около 300 тысяч пунктов геодезических сетей сгущения 3 и 4 классов.

Пункты указанных построений совмещены или имеют между собой надежные геодезические связи. Постановлением Правительства РФ от 28 июля 2000 г. № 568 «Об установлении единых государственных систем координат» установлены:

- единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК-95) для использования в геодезических и картографических работах Российской Федерации, начиная с 1 июля 2002 года;
- единая государственная геоцентрическая система координат (ПЗ-90) – для геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач.

Система координат СК-95 представлена в виде каталогов координат и соответствующих банков данных. Банками геодезических данных располагают все аэрогеодезические предприятия и территориальные органы Росреестра. Государственная геодезическая сеть, создаваемая в настоящее время, включает в себя геодезические построения различных классов точности:

- фундаментальную астрономо-геодезическую сеть (ФАГС);
- высокоточную геодезическую сеть (ВГС);

- спутниковую геодезическую сеть 1 класса (СГС-1).

**Государственная гравиметрическая основа страны** создана для определения ускорения силы тяжести в любой точке территории. Государственная фундаментальная гравиметрическая сеть и гравиметрическая сеть 1 класса включает в себя более тысячи пунктов, расположенных в РФ и странах СНГ. Основой для определения высот квазигеоида служат созданная сеть астрономо-гравиметрического нивелирования (АГН), состоящая из 2 000 пунктов, и детальная площадная гравиметрическая съемка. Выполнено совмещение пунктов фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС) и пунктов государственной фундаментальной гравиметрической сети. Начиная с 2000 года, выполнены абсолютные гравиметрические измерения на 21 пункте ФАГС. Детальной площадной гравиметрической съемкой в масштабе 1:1 000 000, опирающейся на государственную гравиметрическую сеть, обеспечена вся территория России, акватории ее внутренних морей и шельфовая зона внешних морей; съемкой в масштабе 1: 200 000 покрыто 80% территории суши, часть морских акваторий и континентального шельфа.

**Государственной высотной основой (ГВО) страны** является высокоточная сеть геометрического нивелирования I и II класса. Государственная сеть нивелирования распространяет по территории страны высотные координаты в единой Балтийской системе высот 1977 г. Высотная основа страны имеет среднюю плотность 1 нивелирный знак на 43 кв. км и обеспечивает определение разностей высот относительно уровенной поверхности с точностью первых сантиметров на расстояниях в несколько десятков километров и передаче высот от Балтийского до Охотского моря с точностью 10-20 см. На настоящее время ГВО России, сформированная линиями нивелирования I и II классов, имеет следующие параметры: длина линий нивелирования I класса равна 165 тыс. км, II класса – 172,9 тыс. км; сеть полигонов I класса состоит из 180 полигонов. Средний периметр полигона I класса в зависимости от региона колеблется от 1 тыс. км (Европейская часть России) до 2,7 тыс. км (север Сибири и Дальнего Востока). В Сибири отдельные полигоны I класса достигают периметров около 4 тыс. км. Сеть полигонов II класса состоит более чем из 1000 полигонов с периметрами от 400 до 1000 км. Модернизация ГВО страны выполняется по специальным десятилетним программам. В настоящее время выполнены программы модернизации нивелирной сети I и II классов РФ на периоды 2001 – 2010 – 2020 годы. Объемы нивелирования I и II классов иллюстрируются на диаграммах (рис. 1 и рис. 2)

Из-за невыполнения предыдущей и действующей в настоящее время Программы модернизации нивелирной сети России произошло её катастрофическое старение, которое выражается утратой нивелирных пунктов, несущих отметки государственной системы высот, изменением

нормальных высот пунктов нивелирной сети вследствие вертикальных движений физической поверхности Земли, произошедших со времени последнего нивелирования.

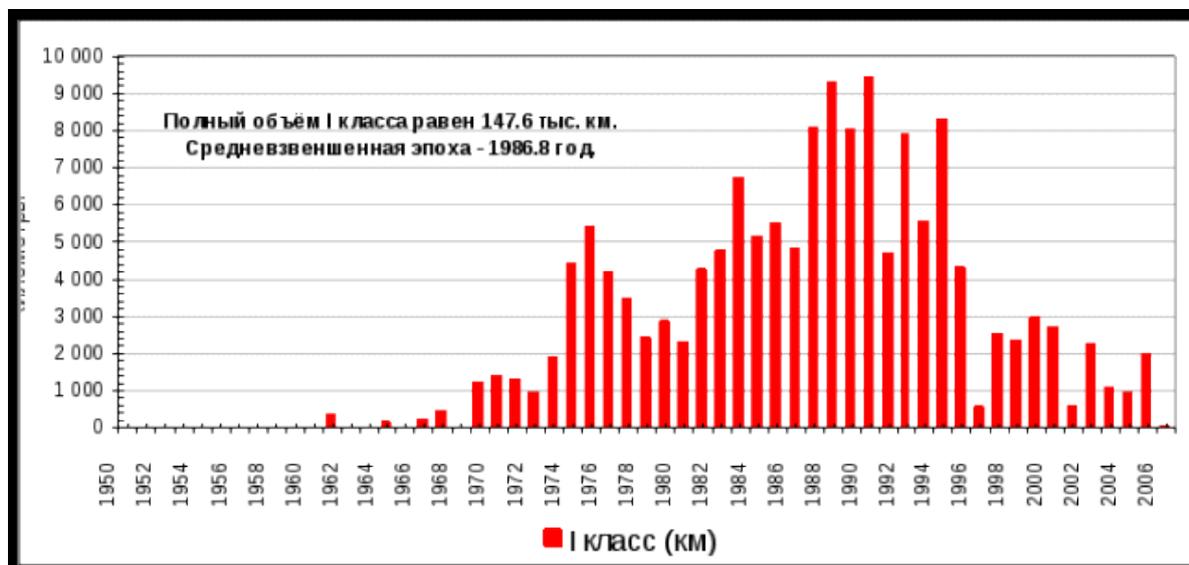


Рис.1. Диаграмма объемов нивелирования I класса по годам измерений

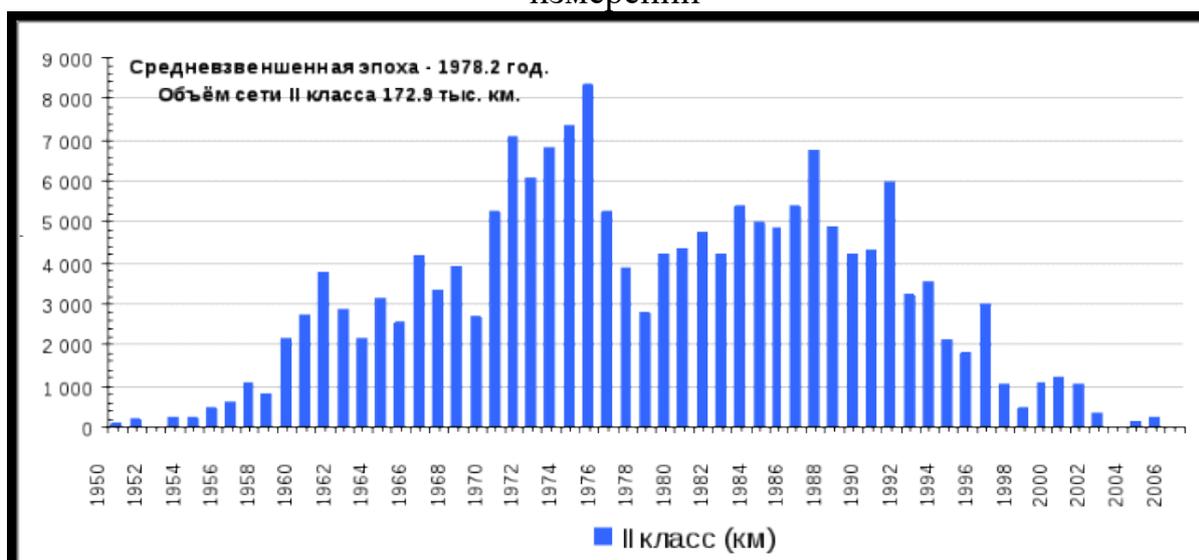


Рис. 2. Диаграмма объемов нивелирования II класса по годам измерений

С учетом утраты нивелирных пунктов и выявленных по результатам повторного нивелирования вертикальных движений земной поверхности, значения высот и плотность пунктов сети по линиям нивелирования, созданным в 70-ые и 80-ые годы прошлого века, являются для ГВО «критическими». Старение ГВО России, вызванное отсутствием целевого финансирования работ по ее модернизации и развитию, возросшие требования потребителей в знании точных значений высот, соответствующих действительному состоянию физической поверхности

Земли и получении современной информации о деформационных процессах, проходящих на обширных территориях России, была разработана и реализована Целевая программа ведомства «Оптимизация ГВО в пограничных областях России с целью формирования полигонов I класса». Задача данной программы состоит в том, чтобы замкнуть нивелирные полигоны I класса по границам России, созданные еще в советское время, но оказавшиеся незамкнутыми после отделения части территорий бывшего СССР в 1991 году (рис. 3). Поэтому проводящиеся в России работы по нивелированию I и II классов с 2012 по 2018 годы (рис. 4), в основном были направлены на устранение этого недостатка.

На ближайшие годы основной задачей развития нивелирных работ должно являться обеспечение территории РФ пунктами ГВО – пунктами нивелирных сетей I и II классов в соответствии с Нормами, установленными постановлением Правительства РФ от 16 августа 2002 г. № 608.

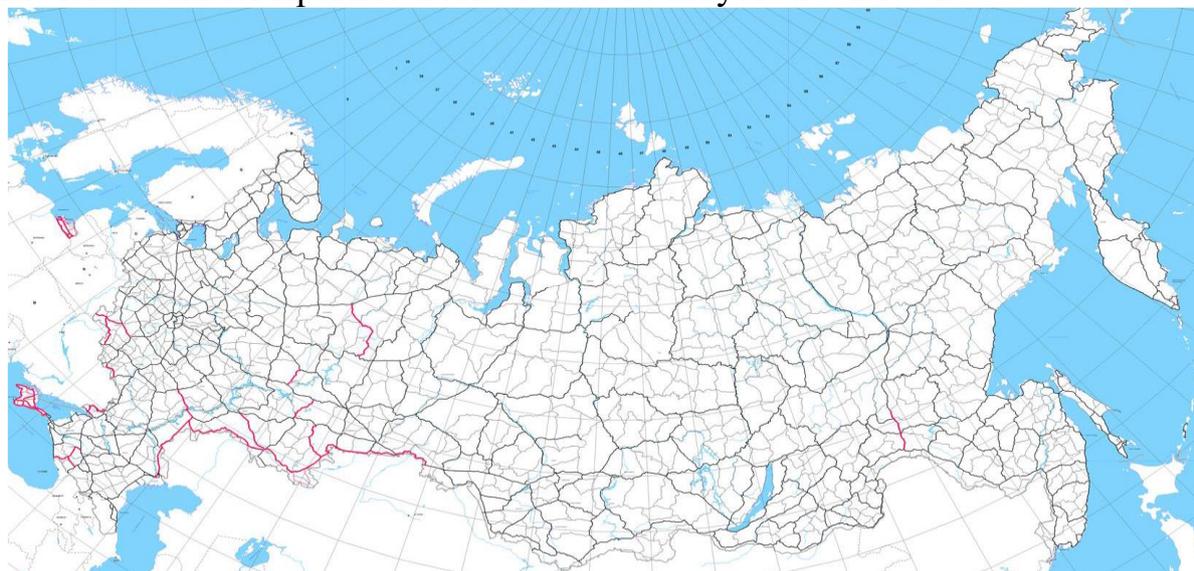


Рис. 3. Схема ГВО РФ с информацией о первично и повторно измеренных линиях I и II классов за период 2012-2018 гг.

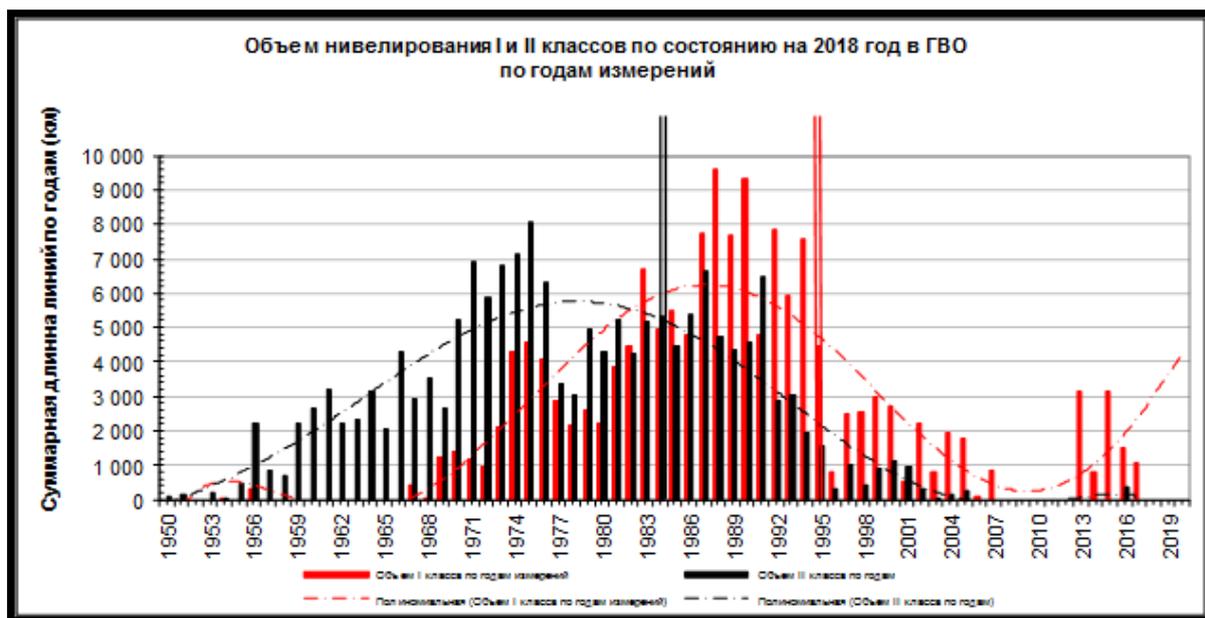


Рис. 4. Объем нивелирования I и II классов по состоянию на 2018 год

**Направление развития геодезического обеспечения РФ** определяется генеральной совокупностью параметров фигуры Земли и внешнего гравитационного поля Земли, реализуемых на территории РФ через государственную координатную основу и структуру государственных сетей. Целью создания новой высокоэффективной системы геодезического обеспечения является повышение точности геодезических и картографических работ, эффективности геодезической и картографической деятельности, в том числе геодезического, картографического, топографического и гидрографического обеспечения делимитации, демаркации и проверки прохождения линии государственной границы РФ, организация федерального, региональных и муниципальных банков координат пунктов государственной геодезической сети и специальных сетей, развитие спутниковых методов и технологий позиционирования, внедрение глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС во все сферы экономики РФ, обеспечение обороны и безопасности государства. Для создания высокоэффективной системы геодезического обеспечения необходимо осуществить:

- Определение параметров высокоточной геоцентрической системы координат РФ;
- Комплексную модернизацию местных систем координат;
- Создание инновационной структуры государственных геодезических сетей;
- Создание федеральной спутниковой дифференциальной сети геодезических станций и сервисов предоставления дифференциальной информации;
- Модернизацию государственной высотной основы;

- Модернизацию государственной гравиметрической основы;
- Создание и развитие систем непрерывного геодезического мониторинга процессов деформации земной поверхности, прогноза землетрясений и природных катастрофических явлений;
- Создание федерального автономного учреждения по государственному геодезическому обеспечению.

В целях модернизации и развития существующей государственной координатной основы необходимо с учетом результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и других работ, осуществляемых в рамках федеральных целевых программ, а также работ по координатно-временному обеспечению, проводимых федеральными органами исполнительной власти и научными организациями, обеспечить:

- уточнение параметров Земли;
- создание и развитие высокоточной геоцентрической системы координат РФ, интегрированной с новой международной земной системой координат ITRS (International terrestrial reference system), для осуществления геодезических и картографических работ, обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач с использованием измерительных средств, находящихся в пользовании различных федеральных органов исполнительной власти и научных организаций;
- разработку программного обеспечения для выполнения обработки результатов наблюдений системы ГЛОНАСС, глобальной системы навигации и определения местоположения "Global Positioning System" (GPS) и глобальной навигационной системы Европейского сообщества (Galileo) в высокоточной геоцентрической системе координат РФ;
- разработку навигационно-геодезической аппаратуры потребителя, обеспечивающей прием и обработку сигналов систем ГЛОНАСС, GPS и Galileo в высокоточной геоцентрической системе координат РФ.

Комплексная модернизация местных систем координат должна быть направлена на решение следующих задач:

- инвентаризация и сокращение количества местных систем координат, перевод существующих в местных системах координат массивов координатных описаний пространственных объектов, содержащихся в государственных фондах и реестрах, в высокоточную геоцентрическую систему координат РФ;
- формирование региональных и муниципальных банков координат специальных сетей в высокоточной геоцентрической системе координат РФ;

- минимизация расхождения параметров, измеренных на локальном участке местности и крупномасштабном плане, за счет создания и внедрения новых методов установления местных систем координат;
- разработка учебных материалов для обеспечения совместимости пространственных данных в местной системе координат при обеспечении юридически значимых действий.

В целях создания и развития инновационной структуры государственных геодезических сетей необходимо обеспечить:

- модернизацию существующих государственных геодезических сетей (1 - 4-го классов) путем создания инновационной структуры, состоящей из государственной фундаментальной астрономо-геодезической сети, высокоточной геодезической сети и спутниковой геодезической сети 1-го класса, с разработкой и внедрением новых требований к плотности геодезических пунктов в целях реализации высокоточной геоцентрической системы координат РФ;
- пересмотр ограничений на использование пунктов космической геодезической сети Министерства обороны РФ;
- создание сети открытых пунктов слежения системы ГЛОНАСС, находящихся в пользовании различных федеральных органов исполнительной власти и научных организаций;
- пересмотр ограничений на координаты пунктов государственных геодезических и нивелирных сетей в высокоточной геоцентрической системе координат РФ;
- создание полнофункционального международного эфемеридного центра, организацию информационного сервиса и введение государственной услуги по предоставлению потребителям точных эфемерид искусственных спутников Земли системы ГЛОНАСС;
- формирование федерального банка координат пунктов государственных сетей в высокоточной геоцентрической системе координат РФ;
- развитие метрологического обеспечения пунктов инновационной структуры государственных сетей в высокоточной геоцентрической системе координат РФ;
- разработку и внедрение эффективного механизма усиления ответственности за уничтожение пунктов государственных геодезических сетей;
- разработку и реализацию комплексного плана поддержания государственных геодезических сетей (1-4-го классов) с внедрением новых требований к плотности их пунктов, достаточной для создания стратегического запаса геодезического обеспечения РФ, в том числе для обеспечения обороны и безопасности государства.

Для решения задач высокоточного координатно-временного обеспечения, в том числе высокоточной навигации, диспетчеризации наземных, морских, речных и воздушных транспортных средств, мониторинга навигационных полей, на основе спутниковых дифференциальных станций, создаваемых в рамках федеральных целевых программ, необходимо создание и развитие федеральной спутниковой дифференциальной сети и сервисов предоставления дифференциальной информации как одного из сегментов функциональных дополнений системы ГЛОНАСС. В целях создания и развития федеральной спутниковой дифференциальной сети необходимо обеспечить:

- реализацию стратегии совместного развития федеральной спутниковой дифференциальной сети, спутниковых дифференциальных станций и сетей, создаваемых заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, исполнительными органами государственной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления;
- создание технологической структуры федеральной спутниковой дифференциальной сети, обеспечивающей единое поле дифференциальной информации в экономически развитых регионах, на основных транспортных магистралях, в приграничных и других районах РФ, в том числе для обеспечения обороны и безопасности государства;
- развитие вычислительных центров, осуществляющих сбор и архивацию полученных наблюдений, управление и предоставление потребителям дифференциальной информации в двух основных режимах - последующей обработки информации и в реальном масштабе времени;
- создание условий включения коммерческих и других спутниковых дифференциальных станций в федеральную спутниковую дифференциальную сеть;
- создание единого реестра пунктов федеральной спутниковой дифференциальной сети;
- создание инфраструктуры распространения спутниковой дифференциальной информации и сервисов на ее основе для различных категорий пользователей;
- введение государственных услуг по предоставлению потребителям дифференциальной информации и системы регулирования тарифов предоставления потребителям базовых услуг и дифференциальной информации.

Создание за счет средств федерального бюджета спутниковых дифференциальных станций и их использование должно осуществляться в соответствии со следующими принципами:

- исключение дублирования при размещении спутниковых дифференциальных станций, аналогичных по точности уже существующим на данной территории;
- обеспечение открытости предоставления дифференциальной информации, в том числе при ее кодировании (должна осуществляться бесплатная передача ключа кодирования по запросу заинтересованных федеральных органов исполнительной власти);
- обеспечение экономической эффективности и гарантированной работоспособности спутниковых дифференциальных станций в течение утвержденного распорядка их времени работы;
- установление особенностей предоставления потребителям информации, поступающей от спутниковых дифференциальных станций в периоды мобилизации, военного положения и в военное время.

В целях исключения пересечения зон действия спутниковых дифференциальных станций с аналогичными техническими характеристиками, создаваемыми различными федеральными органами исполнительной власти, исполнительными органами государственной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления, должна осуществляться регистрация спутниковых дифференциальных станций.

В целях развития государственной высотной основы необходимо обеспечить реализацию следующих задач:

- модернизация государственных нивелирных сетей, развитие государственной нивелирной сети (I класса) с разработкой и внедрением новых требований к плотности нивелирных пунктов для распространения единой системы высот на территории РФ, изучения фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля, определения разностей высот и наклонов средней уровенной поверхности морей и океанов, омывающих территорию страны, а также для изучения современных вертикальных движений земной поверхности, сейсмического районирования территории страны;
- развитие спутникового нивелирования (II-IV классов) с использованием гравиметрических данных;
- создание единой системы нормальных и геодезических высот на территории Российской Федерации и переход к ее использованию;
- формирование федерального банка нормальных и геодезических высот;
- создание и обновление карт современных движений земной поверхности на территории РФ и в сейсмоопасных регионах, а также цифровых моделей высот квазигеоида;

- разработка и реализация комплексного плана поддержания государственных нивелирных сетей (II-IV классов) с внедрением новых требований к плотности нивелирных пунктов, достаточной для создания стратегического запаса высотного обеспечения РФ, в том числе для обеспечения обороны и безопасности государства.

В целях развития государственных гравиметрических сетей (фундаментальной и I класса) необходимо обеспечить решение следующих задач:

- создание на территории Российской Федерации и ее континентальном шельфе высокоточной фундаментальной гравиметрической сети;
- создание гравиметрических карт территории РФ, территорий других государств и акватории Мирового океана;
- обеспечение мониторинга и уточнения детальных карт высот квазигеоида и моделей гравитационного поля;
- формирование федерального банка гравиметрических данных;
- разработка и реализация комплексного плана развития наземной, морской и воздушной гравиметрии на территории РФ, территориях других государств и в акватории Мирового океана.

В целях создания систем геодезического мониторинга процессов деформации земной поверхности, прогноза землетрясений, природных и техногенных катастрофических явлений с использованием спутниковых методов и технологий необходимо обеспечить решение следующих задач:

- разработка и реализация стратегии создания и развития систем геодезического мониторинга процессов деформации земной поверхности, прогноза землетрясений, природных и техногенных катастрофических явлений в сейсмоопасных регионах страны и на эксплуатируемых объектах месторождений, транспортных и крупных инженерных сооружениях, а также разработка и реализация стратегии создания единой системы геодинамического мониторинга на территориях сопредельных с РФ государств в целях обеспечения гражданской безопасности;
- создание пилотных проектов эталонных геодезических полигонов в сейсмоопасных регионах РФ, в том числе в рамках приоритетных международных программ.

Основными направлениями международного сотрудничества в области создания и развития высокоэффективной системы геодезического обеспечения РФ являются:

- международное правовое и техническое сотрудничество по направлениям развития координатной основы РФ, в том числе по

направлениям развития сети открытых пунктов слежения системы ГЛОНАСС с учетом задач в сфере обеспечения обороны и безопасности государства;

- участие в международных исследовательских проектах, реализуемых международной службой вращения Земли IERS и международной службой глобальных навигационных спутниковых систем IGS (International GNSS Service);
- участие в приоритетных международных исследовательских программах по созданию и развитию систем геодезического мониторинга процессов деформации земной поверхности, прогноза землетрясений, природных и техногенных катастрофических явлений;
- участие в международном информационном обмене;
- участие в разработке международных стандартов в указанной сфере, гармонизация национальной системы стандартов и сертификации в этой сфере с международной системой.

### 3. СПУТНИКОВАЯ ГЕОДЕЗИЯ В РОССИИ

Спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС-1) представляет собой пространственное геодезическое построение, основная функция которой состоит в обеспечении оптимальных условий для реализации точностных и оперативных возможностей спутниковой аппаратуры при переводе геодезического обеспечения территории России на спутниковые методы определения координат. Расстояние между смежными пунктами СГС-1 – 15-25 км в обжитых районах и 25-50 км в не обжитых районах.

Пункты СГС-1 определяются относительными методами космической геодезии, обеспечивающими определение взаимного положения ее смежных пунктов со средними квадратическими ошибками  $3 \text{ мм} + 1 \cdot 10^{-7}D$  (где  $D$  – расстояние между пунктами) по каждой из плановых координат и  $5 \text{ мм} + 2 \cdot 10^{-7}D$  по геодезической высоте.

Нормальные высоты должны определяться на всех пунктах СГС-1, либо из геометрического нивелирования с точностью, соответствующей требованиям к государственным нивелирным сетям II-III классов, либо из спутникового нивелирования как разности геодезических высот, определяемых относительными методами космической геодезии, и высот квазигеоида. Для связи СГС-1 с АГС и нивелирной сетью часть пунктов СГС-1 должна быть совмещена или связана с существующими пунктами АГС и реперами нивелирной сети не ниже III класса. Связь, как правило, должна определяться относительным методом космической геодезии со средними квадратическими ошибками не более 2 см для плановых координат при привязке пунктов АГС и 1 см для геодезических высот при привязке нивелирных реперов. При высотной привязке использование пунктов АГС с известными нормальными высотами вместо нивелирных реперов не допускается. Расстояние между пунктами АГС, совмещенными с пунктами СГС-1 или привязанными к ним, не должно быть больше 70 км при средней плотности СГС-1 и 100 км при построении разреженной сети СГС-1 в необжитых районах. Расстояние между нивелирными реперами для связи с пунктами СГС-1 должно быть не более 100 км. Пункты СГС-1, совмещенные или связанные с реперами нивелирной сети I-III классов, используются для уточнения высот квазигеоида. В исключительных случаях в районах, не обеспеченных необходимыми данными о высотах квазигеоида, для определения нормальных высот допускается применение тригонометрического нивелирования. В последнем случае средняя квадратическая ошибка взаимного положения смежных пунктов по высоте должна быть не более 20 см.

Городская геодезическая сеть предназначена для обеспечения практических задач:

- топографической съемки и обновления планов города всех масштабов;

- землеустройства, межевания, инвентаризации земель;
- топографо-геодезических изысканий на городской территории;
- инженерно-геодезической подготовки объектов строительства;
- геодезического изучения локальных геодинамических природных и техногенных явлений на территории города;
- навигации наземного и частично воздушного, водного транспорта.

Различают спутниковые и традиционные сети

Значения средних погрешностей взаимного положения любых пунктов спутниковых городских геодезических сетей не должны превышать 30 мм. Высокая точность городских геодезических сетей достигается применением обоснованных оптимальных методов спутниковых наблюдений и соответствующих методов их обработки, а также за счет использования оптимальной геометрии расположения пунктов, их равномерной плотности и максимально возможного совмещения старой и новой геодезических сетей.

Один или несколько исходных пунктов (ИП) создаются в городах площадью не менее 100 кв. км с населением не менее 500 тысяч человек и при наличии перспективы преобразования их в пункты ФАГС, ВГС или постоянно действующие пункты для навигационных систем. Для населенных пунктов площадью до 20 кв. км допускается объединение исходных пунктов (ИП) и пунктов каркасной сети (КС). Наблюдения при этом выполняется по программе пунктов каркасной сети.

После завершения переуравнивания дальнейшее развитие спутниковых городских геодезических сетей выполняется по методике СГГС-1, но с присвоением класса СГГС-2. Только при очередном цикле реконструкции сети, когда пункты СГГС-2 включаются в уравнивание всей городской сети, они переходят в СГГС-1. Спутниковая городская геодезическая сеть 2 класса (СГГС-2) создается в виде исключения при необходимости создания геодезического обоснования на отдельных участках территории города.

## 4. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Тема:

**«Проект создания геодезической сети спутниковым методом»**

Актуальность:

Метод использования спутниковых технологий, в которых координаты пунктов определяются с помощью спутниковых систем - российской ГЛОНАСС и американской GPS, имеет революционное научно-техническое значение по достигнутым результатам в точности, оперативности получения результатов, всепогодности и относительно невысокой стоимости работ по сравнению с традиционными методами восстановления и поддержания государственной геодезической основы на должном уровне. Применение спутниковой аппаратуры по сравнению с другими средствами измерений позволяет: исключить необходимость в установлении прямой видимости между смежными пунктами, а следовательно, исключить постройку дорогостоящих наружных знаков для обеспечения такой видимости; выполнять измерения при любых погодных условиях и в любое время суток; значительно повысить точность определения координат пунктов, вследствие того, что погрешности в плановом положении пунктов не накапливаются по мере удаления от исходных; исключить необходимость в построении многоуровневых геодезических сетей для передачи координат в нужный район; при этом нет надобности устанавливать пункты на возвышенных местах; положение пункта в натуре выбирают в том месте, где он необходим из практических соображений.

Цель: создать геодезическую сеть спутниковым методом на заданной территории.

Задачи:

1. Изучить нормативно-техническую литературу по построению геодезической сети спутниковыми методами;
2. По заданному участку местности на карте выполнить:
  - физико-географическое описание местности;
  - топографо-геодезическую изученность.
3. Запроектировать геодезическую сеть;
4. Обработать, уравнять и преобразовать спутниковые измерения. Вычислить координаты пунктов.

Структура проекта:

Введение

Глава 1. Теоретические основы метода спутниковой геодезии.

- 1.1. Нормативная база построения спутниковых сетей.
- 1.2. Закрепление пунктов спутниковой геодезической сети.
- 1.3. Создание локальной геодезической сети спутниковым методом.

## Глава 2. Характеристика района работ.

2.1. Физико - географическая характеристика участка работ.

2.2. Топографо – геодезическая изученность.

## Глава 3. Проект создания геодезической сети.

3.1. Программа геодезических работ.

3.2. Характеристика используемой аппаратуры.

3.3. Методы и технология измерений.

3.4. Техника безопасности при полевых геодезических работах.

3.5. Проект схемы расположения и обоснования пунктов.

Исходных пунктов (ИП), пунктов каркасной сети (КС), сети СГС.

3.6. Камеральная обработка и уравнивание спутниковых измерений.

3.7. Способы уравнивания спутниковых измерений.

3.8. Преобразование координат в местные системы.

## Заключение.

## Список использованной литературы.

## Приложение.

Пояснения к содержанию работы:

Введение (описать актуальность, цель и задачи)

## Глава 1. Теоретические основы метода спутниковой геодезии.

1.1. Нормативная база построения спутниковых сетей:

- СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства»;
- СП 11 – 104 - 97 «Инженерно – геодезические изыскания для строительства»;
- Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемки ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS;
- ПТБ – 88 «Правила по технике безопасности на топографо – геодезических работах»;
- ФЗ – 431 «О геодезии, картографии и пространственных данных о внесении в изменения в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

1.2. Закрепление пунктов спутниковой геодезической сети:

Создание, размещение, закрепление на местности пунктов исходных, каркасных и спутниковых пунктов геодезической сети.

1.3. Создание локальной геодезической сети спутниковым методом:

Построение локальной геодезической сети с использованием одной или нескольких референчных станций.

Глава 2. Характеристика района работ (описывается по выданному участку местности на карте).

2.1. Физико - географическая характеристика участка работ.

Дать краткую характеристику природных и техногенных условий района работ, влияющих на организацию и выполнение инженерных изысканий.

2.2. Топографо – геодезическая изученность.

Определить площадь указанного участка работы, географические координаты, пункты ГГС, построить спутниковую геодезическую сеть с плотностью 1-го пункта на 1км<sup>2</sup> и соединить их с узлами пунктов ГГС.

Глава 3. Проект создания геодезической сети.

3.1. Программа геодезических работ.

Описать технологию метода спутниковой геодезии.

3.2. Характеристика используемой аппаратуры.

Описать принцип работы двухчастотного приемника:

количество каналов, отслеживаемые сигналы, режимы измерений, точность в режимах: «статика», «кинематика», «быстрая статика», «режим реального времени», точность DGPS, встроенная и дополнительная память, запись данных, интерфейс, управление, коммуникационные порты, прием/передача поправок и т.д.

3.3. Методы и технологии измерений.

Описать методы и режимы на разных сетях: приём сигналов, продолжительность сессии, наблюдения и факторы, влияющие на неё.

3.4. Техника безопасности при полевых геодезических работах.

Правила и нормы при выполнении геодезических работ в разных условиях труда.

3.5. Проект схемы расположения и обоснования пунктов

На отдельном листе бумаги А4 разными типами линий или цветами выделить исходные, каркасные и пункты СГС – 2. В пояснительной записке обосновать их количество, с учетом плотности.

3.6. Камеральная обработка и уравнивание спутниковых измерений.

Разработать программу обработки спутниковых измерений. Обзор с анализом программ для обработки измерений, их особенности, назначение, интерфейс.

3.7. Способы уравнивания спутниковых измерений

Рассмотреть способ уравнивания по векторам: задачи, подходы, разновидности уравнивания, модели, формулы.

3.8. Преобразование координат в местные системы.

Перечислить в каких системах координат получаем спутниковые данные, указать пошаговое выполнение преобразования и формулы для перевода в местную систему координат. С помощью программы преобразовать координаты из WGS – 84 и ПЗ – 90 в МСК.

Заключение. Сделать выводы по каждой главе.

Список использованной литературы. Перечислить использованные книги, своды правил, инструкции.

Приложение. Вставить карту и рисунок со схемой расположения пунктов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, система геодезического обеспечения РФ представляет собой генеральную совокупность фундаментальных параметров фигуры Земли и внешнего гравитационного поля Земли, реализуемых на территории РФ через государственную координатную основу и структуру государственных сетей. Создана новая высокоэффективная система геодезического обеспечения, которая продолжает совершенствоваться, и, соответствует концепции развития отрасли геодезии и картографии России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Делимитация и демаркация государственных границ: актуальные вопросы и способы их решения. Режим доступа: <https://www.osce.org/files/f/documents/2/8/363471.pdf>
2. Кравченко В.В., Рымар О.Н. О состоянии государственной геодезической сети геодезических сетей специального назначения на территории Саратовской области. Режим доступа: [http://legal-culture.sarrpa.ru/images/legalculture/PDF/1-2016/136-138\\_Kravchenko\\_V.\\_V.\\_Rymar\\_O.\\_N.pdf](http://legal-culture.sarrpa.ru/images/legalculture/PDF/1-2016/136-138_Kravchenko_V._V._Rymar_O._N.pdf)
3. Реферат. Пояснительная записка к проекту Программы развития геодезии и картографии. Режим доступа: <https://rykovodstvo.ru/exspl/27042/index.html?page=4>
4. Система геодезического обеспечения государства. Режим доступа: [https://studopedia.ru/17\\_153021\\_predprinimatelstvo.html](https://studopedia.ru/17_153021_predprinimatelstvo.html)
5. Спутниковая геодезия: метод. Указания для выполнения курсовой работы / сост.: Н.Б. Хахулина ; воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2014. – 34с.
6. Ходаков П.А. Современное состояние нивелирных сетей в России. Режим доступа: <https://con-fig.com/wp-content/uploads/2019/02/Hodakov-Pavel-Arkadevich-FGBU-TSentr-Geodezii-kartografii-i-IPD-Sovremennoe-sostoyanie-nivelirnoj-seti-Rossii.pdf>
7. Эволюция системы государственного геодезического обеспечения территории России [Текст] : монография / Е. М. Мазурова, А. П. Карпик, И. Г. Ганагина, Е. Г. Гиенко. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 184 с