

Лозовой Н.М., канд. техн. наук, доц.,  
Лозовая С.Ю., д-р техн. наук, проф.,  
Празина Е.А., студент,  
Мартынова Н.С., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОПОРНЫХ ПУНКТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

[eprazina@mail.ru](mailto:eprazina@mail.ru)

*В настоящее время вопросы реконструкции и построения опорных пунктов государственной геодезической сети требуют особого внимания. Для обеспечения их эксплуатационных характеристик необходимо модернизировать не только конструкции опорных пунктов, но и их составляющие – центр и сигнал. По конструктивным и экономическим соображениям предлагается использовать сборно – разборную переносную конструкцию сигнала. Для обеспечения устойчивости центра в грунте предлагается замена бетонных монолитов и металлических труб материалами, обладающими большей прочностью и удобством закладки. Эти вопросы требуют внимательного изучения для разработки конструкций опорных пунктов наиболее рационально отвечающих эксплуатационным и климатическим требованиям, соответствующим для разных районов Российской Федерации.*

**Ключевые слова:** геодезическая сеть, опорный пункт, центр геодезического пункта, сигнал геодезического пункта, тур, простой сигнал, пирамида.

**Введение.** Геодезическое и топографическое обеспечение территории в принятых государством масштабах и системах координат является одной из основных задач его экономического развития.

Совокупность закрепленных на местности или зданиях пунктов, положение которых определено в единой системе координат, называют геодезическими сетями. По назначению сети подразделяются на плановые и высотные. По точности измерения, площади размещения и плотности пунктов геодезические сети подразделяются на государственные, местные – сети сгущения и съемочные. Общим принципом построения геодезических сетей является принцип «от общего к частному» и включает в себя геодезические построения различных классов точности: фундаментальную астрономо-геодезическую сеть, высокоточную геодезическую сеть, спутниковую геодезическую сеть 1 класса. В указанную систему построений вписываются также существующие сети триангуляции и полигонометрии 1...4 классов. [1]

Согласно этому принципу сначала на всей территории страны создаётся редкая сеть пунктов высшего класса – фундаментальная астрономо-геодезическая сеть. Она состоит из постоянно действующих и периодически определяемых пунктов Роскартографии, формирующих единую сеть на территории Российской Федерации, и служит исходной геодезической основой для дальнейшего повышения точности пунктов государственной геодезической сети. Затем сеть сгущают пунктами меньшей точности, используя пункты высшего класса как исходные. Процесс сгущения геодезических сетей продолжает-

ся до тех пор, пока на данном участке будет создана сеть с нужной плотностью пунктов.

Используя координаты или отметки пунктов геодезических сетей, можно решать как вопросы общегосударственного значения, такие, как освоение малоизученных, труднодоступных регионов, наблюдение за глобальными тектоническими процессами, так и конкретные задачи инженерной практики, такие как съемка небольших участков в крупных масштабах, прокладка трасс инженерных коммуникаций и т.п. [2]

Государственная геодезическая сеть России обеспечивает распространение координат и высот на территории государства и является исходной для построения других геодезических сетей. Она является главной геодезической основой топографических съемок всех масштабов и должна удовлетворять требованиям народного хозяйства и обороны страны при решении соответствующих научных и инженерных задач. Она должна покрывать всю территорию страны сплошь с необходимой густотой и точностью определения положения пунктов. [3] Поэтому вопрос по созданию и восстановлению пунктов государственной геодезической сети актуален. В 90-е годы большое количество пунктов со временем было утеряно, некоторые разрушены из-за погодных условий, а также действий людей и др. В настоящее время необходимо проводить работы по наблюдению и восстановлению утраченных пунктов геодезической сети, разрабатывать новые технологии производства конструкции опорных пунктов.

Независимо от класса сети для обеспечения прочности, долговременной сохранности и

неизменности положения пунктов их требуется строить из высокопрочных строительных материалов, при этом не забывая об экономической стороне вопроса.

**Конструкции опорных пунктов и способы их улучшения.** Геодезическая сеть закрепляется опорными геодезическими пунктами, которые имеют две составляющие, это заложенный в землю центр, являющийся носителем координат и призванный долговременно сохранять неизменным положение своей основной детали – марки центра, к которой относятся координаты пункта и возведенное над ним сооружение – сигнал, обозначающий положение центра на местности и обеспечивающий взаимную видимость смежных пунктов сети.

Сигнал геодезического пункта возводится на определенной высоте, характерной и расчи-

танной при рекогносцировке конкретной местности. Он предназначен для установки на нем инструмента, визирной цели, отражателя или ретранслятора, чтобы обеспечить между пунктами прямую видимость и прохождение лучей света (электромагнитных колебаний) на необходимой высоте над поверхностью земли или препятствием. Применяют сигналы следующих типов: тур, простая пирамида, простой и сложный сигналы. Туры (рис. 1, а) и пирамиды (рис. 1, б) сооружают в пунктах, с которых видимость на соседние пункты открывается с земли. Простые сигналы (рис. 1, в) строят в тех случаях, когда для наблюдений необходим подъем прибора над землей на 10 м, а сложные (рис. 1, г) – более 10 м. Пирамиды и сигналы могут быть четырехгранными и трехгранными. [3]

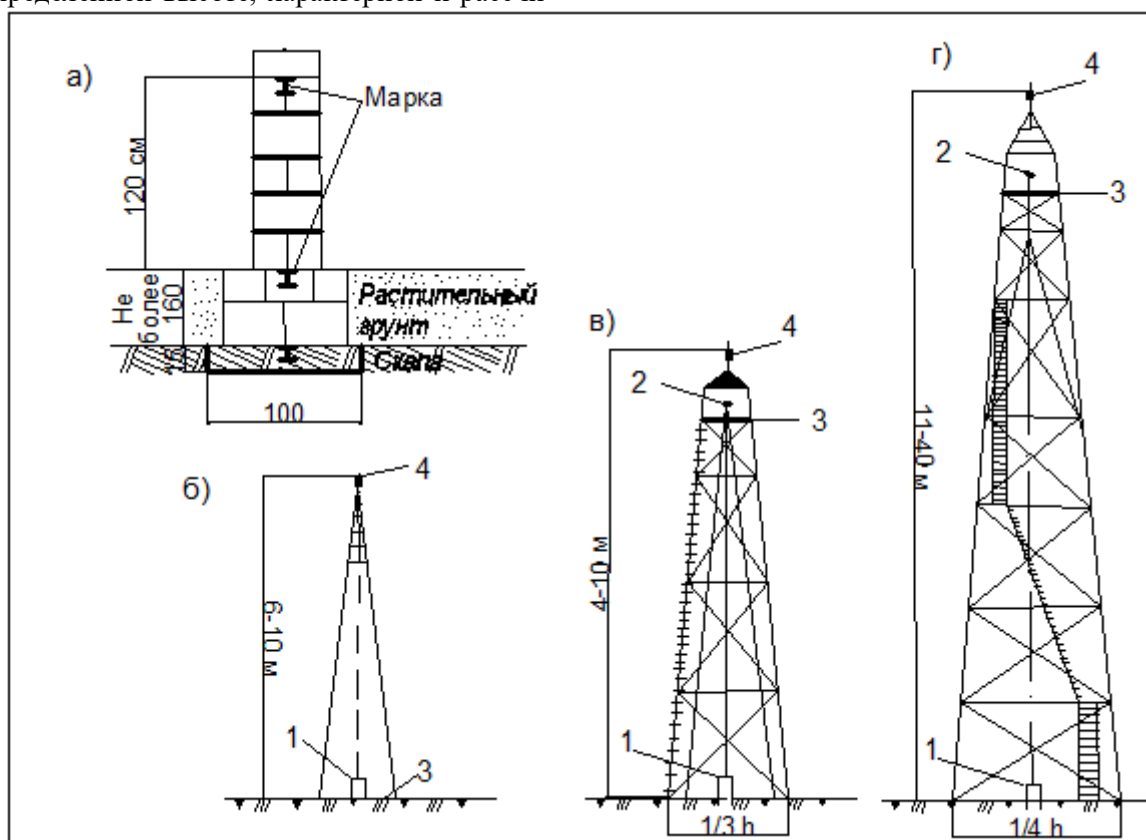


Рис. 1. Геодезические знаки:

- а – тур; б – простая пирамида; в – простой сигнал; г – сложный сигнал;  
 1 – центр; 2 – столик для установки теодолита; 3 – площадка для наблюдателя;  
 4 – визирный цилиндр для наблюдения со смежного пункта

Если сигнал рассматривать как пространственную стержневую систему, то его конструкцию необходимо разработать так, чтобы она обладала достаточной жесткостью и была способной сопротивляться упругим деформациям, имея при этом мини мальный вес. И азимутальные сдвиги не должны вызывать ошибок, превышающих  $\pm 0,3-0,4''$ .

Такого рода требование возможно обеспечить только после надлежаще поставленных исследований металлических сигналов различной высоты и конструкций и отбора тех из них, которые будут удовлетворять поставленному условию при употреблении их в определенных температурных и ветровых режимах. Требование жесткости является настолько доминирующим, что одновременно обеспечивает достаточ-

ную прочность конструкции [2]. Но с экономической точки зрения, утяжеленная конструкция сигнала постоянного закрепления, вызванная обеспечением стабильности и жесткости в процессе эксплуатации, является его недостатком, так как большие затраты на металл.

В некоторых равнинных заселенных и застроенных районах, за исключением горных, по конструктивным и экономическим соображениям выгодно применять переносные металлические сигналы. Например, конструкция сборно-разборного металлического сигнала состоит из внутренней и внешней усеченных пирамид равной высоты, несоприкасающихся между собой, собираемых из рамных секций на месте расположения пункта опорной или разбивочной гео-

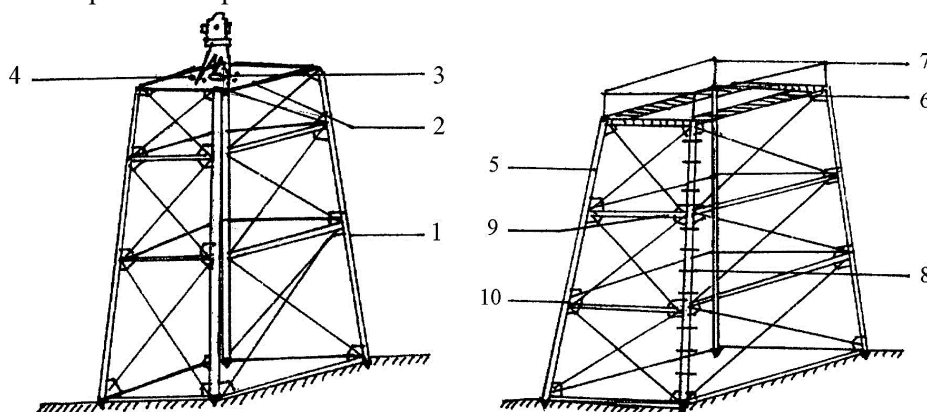


Рис. 2. Сборно-разборный металлический сигнал:

*а* – внешняя часть; *б* – внутренняя часть:

1 – внутренняя пирамида; 2 – плита; 3 – круговое отверстие в плите; 4 – углубление для установки ножек штатива над центром; 5 – внешняя пирамида; 6 – ленточный помост для перемещения наблюдателя; 7 – перила безопасности; 8 – перекладины для подъема наблюдателя; 9 – металлические секции; 10 – стыковые соединения

Заложенные в землю центры, являющиеся носителями координат и высот пунктов, должны быть надежно закреплены на местности. Устойчивость центра в грунте зависит от многих факторов: от состава и свойств грунта (скала, суглинок, меловые отложения и т. п.), глубины промерзания и оттаивания грунта, изменения влажности грунта, изменения уровня грунтовых вод и др. [5] Важнейшим требованием, предъявляемым к центрам геодезических пунктов государственной геодезической сети, является сохранность центра и неизменность его положения в грунте в плане и по высоте в течение длительного времени, причем независимо от класса сети. Для выполнения этого требования центры делают из высокопрочных строительных материалов: железобетонных пилонов и свай, асбоцементных и металлических труб, покрываемых антикоррозийными средствами. Основание центра закрепляют якорным устройством и закладывают ниже границы промерзания грунтов (в средней полосе страны) или ниже границы оттаивания грунтов (в зоне многолетней мерзло-

дезической сети (рис. 2). При этом на внутренней пирамиде расположена плита для установки штатива с прибором или визирной целью, а на внешней – помост для наблюдателя. Такая конструкция геодезического знака позволяет выполнять измерения с применением электронных тахеометров и светодальномеров и таким образом расширяет диапазон использования знаков. [4]. Использование таких сборно-разборных сигналов помогает значительно экономить средства в работах при построении триангуляционной или полигонометрической сетей, а также снизить трудоемкость строительных работ, облегчить труд строительных бригад, что упрощает организацию геодезических работ.

ты). [6] Особое внимание должно уделяться устройству якорей и защите центра от коррозии, а также предохранению от скопления воды у верхней части центра.

Модернизация центров в ближайшем будущем должна пойти в направлении замены бетонных и металлических труб трубами из полимерных материалов, как более стойких против их разрушения процессами, происходящими в окружающей среде. Бетонные монолиты можно заменить асбоцементными трубами подходящего размера, заполненными раствором цемента. Во всяком случае такие трубы будут более дешевы и удобны для закладки и транспортировки, чем бетонные монолиты и железные трубы. Бетонные центры при всех их достоинствах имеют значительную массу, требуют соблюдения определенного режима в закладке и высококачественных материалов для их изготовления, что в экспедиционных условиях не всегда доступно.

**Выводы.** Территория Российской Федерации очень разнообразна по физико-

географическим и климатическим условиям. Поэтому вопросам надежного закрепления и сохранности центров геодезических пунктов необходимо уделять большое внимание. В этой области геодезистами ведутся специальные исследования по разработке центров, имеющих оптимальные конструкции для разных районов страны, включая районы сезонного промерзания грунтов, многолетней мерзлоты, сыпучих песков и горной местности.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГКИНП(ГНТА)-01-006-03. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nchkz.ru/lib/50/50343/index.htm> (дата обращения: 18.11. 2015);
2. Судаков С. Г. Основные геодезические сети - М.: Недра, 1975. 368 с.;
3. Ермаков В.С., Михаленко Е.Б., Загрядская Н.Н., Беляев Н.Д., Духовской Ф.Н. Инже-

нерная геодезия. Геодезические сети. Учеб. пособие. СПб.: Изд. СПбГПУ, 2003. 40 с.;

4. Пат. 2172933 Российская Федерация, МПК G 01 C 15/00. Топографические приборы и принадлежности, не отнесенные к группам 1/00 / Никитин А.В.; заявитель и патентообладатель Хабаровский государственный технический университет. заявл. 04.08.1999 ; опубл. 27.08.2001.

5. Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей. - М.: Карт- геоцентр - Геодезиздат, 1993, 104с.;

6. Геодезия для студентов, аспирантов и преподавателей. Центры геодезических пунктов. [Электронный ресурс]. URL: <http://geodetics.ru/center.html> (дата обращения: 18.11. 2015)

---

**Lozovaya N. M. Lozovaja S. Y., Prazina E. A., Martynova N. S.**

### PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF DESIGNS REFERENCE POINTS OF GEODETIC NETWORKS

*Currently, the reconstruction and construction of strong points of the state geodetic network require special attention. To ensure their operating characteristics it is necessary to modernize not only the construction of the supporting paragraphs, but also of their components - the center and the signal. For constructional and economic reasons, it is proposed to use collapsible portable structure of the signal. To ensure the sustainability of the centre in the proposed soil replacement with concrete monoliths and metallic pipe materials with greater strength and ease of laying. These issues require careful consideration for the construction of strong points the most efficiently meet operational and climate requirements for different regions of the Russian Federation.*

**Key words:** *geodetic network, the reference point, the center of geodetic points, geodetic signal points, round, simple alarm, pyramid.*

---

**Лозовой Николай Михайлович**, канд. техн. наук, доцент, научный сотрудник кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: lozwa88@mail.ru

**Лозовая Светлана Юрьевна**, доктор техн. наук, профессор, научный сотрудник кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: lozwa@mail.ru

**Празина Екатерина Алексеевна**, студентка кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: eprazina@mail.ru

**Мартынова Наталья Сергеевна**, студентка кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: nataychik9@gmail.com