

# Содержание

Введение.....	4
1 Общие сведения об объекте .....	7
2 Общие сведения о геодезических работах в строительстве.....	9
2.1 Обязанности геодезической службы.....	9
2.2 Специфика монтажа большепролётных зданий.....	11
2.3 Геодезический контроль и исполнительные съёмки.....	13
2.4 Автоматизация геодезических работ в строительстве.....	15
2.5 Применение электронных тахеометров.....	17
2.6 Сущность метода полярных координат.....	20
3 Проект разбивочной сети. Оценка точности.....	23
3.1 Геодезические сети.....	23
3.2 Оценка точности сети.....	24
3.3 Закрепление пунктов сети.....	27
4 Геодезические работы на объекте.....	28
4.1 Создание внутренней разбивочной сети.....	28
4.2 Детальные разбивочные работы.....	30
4.3 Высотная разбивочная основа.....	38
4.4 Точность построения межосевых размеров.....	41
4.5 Порядок и срок сдачи исполнительных съёмок.....	44
5 Организационно-экономическая часть.....	46
5.1 Организация геодезических работ.....	46
5.2 Расчет стоимости работ.....	48
5.3 Техника безопасности на объекте.....	50
Заключение.....	53
Список использованных источников.....	54
Приложение А Листинг lisp-приложения для фильтрации точек в среде AutoCAD и создания файла формата Sokkia или Leica.....	55

## Введение

В современном мире индустрия розничной торговли характеризуется бурными процессами глобализации и консолидации. Так, по оценкам крупнейшей аудиторской и консалтинговой компании Deloitte Touche Tohmatsu, в 2007 году 250 крупнейших ритейлеров оперируют в 135 различных странах. В среднем один ритейлер работает в 5-6 странах. Для сравнения, в 1997 году этот показатель равнялся 4,5. Из 8 трлн. американских долларов глобального розничного рынка около 1/3 приходится на 250 крупнейших игроков.

На рынке Российской Федерации также работают крупные компании, занимающиеся производством и реализацией различных товаров, а после вступления России во Всемирную Торговую Организацию (ВТО) для иностранных компаний откроются еще большие возможности на рынке РФ.

Экспансия торговых сетей и неразвитость рынка складских помещений привели к необходимости строительства товарораспределительных складов для обеспечения товарами розничных сетей целых регионов. Такие склады могут быть построены застройщиком для предложения продажи и аренды или самой компанией для собственных целей. Приход крупных компаний в регионы способствует развитию рынка складской недвижимости.

Помимо решения внутренних задач, товарораспределительные склады необходимы иностранным торговым сетям для выхода на местный рынок. Складской комплекс подобного уровня отличают:

- четко отлаженные логистические процессы;
- круглосуточный характер работы;
- соответствие всем требованиям высококлассного складского комплекса.

Организация целой сети товарораспределительных складов может стать серьезным бизнесом, а установленные связи с зарубежными ритейлерами позволяют прогнозировать скорое развитие этого сегмента складского строительства.

В настоящее время рынок складской недвижимости находится на подъеме: спрос на склады значительно превосходит предложения, ставки аренды складских помещений растут, появляется все больше проектов современных качественных складских комплексов. Склад в современном понимании – сложный организм, управляемый с помощью передовых компьютерных технологий.

На рынок России приходят такие крупные логистические операторы, как например, французская компания «ФМ-Ложистик» (FM-Logistic). Подобные компании занимаются перевозками грузов, складированием товаров на своих складских площадях, таможенным оформлением, транспортно-экспедиционными услугами, переупаковкой и расфасовкой.

Как правило, при проектировании складского терминала широкое применение находят здания в виде каркасного многопролетного здания, с несущими элементами перекрытий в виде крупноразмерных балок и ферм. Разнообразие большепролётных зданий и различные требования, предъявляемые к ним, обуславливают соответствующие конструктивные решения. Наиболее часто применяют рамные, балочные системы, арочные покрытия и висячие пространственные системы. Конструктивные решения пространственных сооружений, условия их возведения, особенности строительной площадки, возможность использования монтажных механизмов и приспособлений часто диктуют наиболее приемлемые технологию и последовательность возведения сооружения.

В первой главе данной дипломной работы даны общие сведения об объекте – складском терминале «ФМ-Ложистик». Во второй главе рассмотрены общие задачи, выполняемые геодезической службой на строительной площадке. Третья глава посвящена внешней разбивочной сети и оценке её точности. В четвёртой главе приводится проект работ, выполняемых на данном объекте. В организационно-экономической части рассмотрены вопросы по организации работ и расчету их сметной стоимости, а также требования по технике безопасности при выполнении геодезических работ.

В последнее время широкое распространение при производстве геодезических работ получили электронные лазерные приборы, которые вместе с использованием систем автоматизированного проектирования дают большой прирост производительности работы геодезистов на строительной площадке – этот вопрос также рассмотрен в работе.

## 1 Общие сведения об объекте

Складской терминал предполагается построить в Чеховском районе, в деревне Люторецкое. Чеховский район расположен на юге Московской области (в 60 км от границы Москвы и Московской области). Административный центр - г. Чехов. Территория Чеховского района составляет 85.8 тыс. га. Население 109.6 тыс. человек. Район граничит с Подольским, Домодедовским, Ступинским, Серпуховским районами Московской области и Жуковским районом Калужской области.

Климат умеренно континентальный. Средняя температура января  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , июля  $+17\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Осадков 450-650 мм в год. Вегетационный период около 170 дней.

Промышленность: регенератный завод (выпускает резинотехнические изделия), пластмассовый завод, завод мостовых конструкций, энергетического машиностроения. Полиграфический и мебельный комбинаты. Пищевая промышленность (производство кондитерских изделий и др.).

Начало городу положило торговое село Лопасня, образовавшееся в XVIII веке. В 1951 году Лопасня получила статус рабочего посёлка. С 1954 года — город Чехов (название дано в честь русского писателя Антона Чехова).

Топографо-геодезическая изученность района (площадки) инженерных изысканий хорошая. Полная обеспеченность территории топографическими картами, инженерно-топографическими планами, фотопланами.

Назначение объекта строительства – хранение товаров широкого потребления. Подвоз товара для складирования планируется осуществлять по автодорогам и железнодорожным транспортом. Складской терминал представляет собой комплекс складских помещений из 14 корпусов с офисными помещениями для персонала, автостоянки для легковых и грузовых автомобилей, а также развитая сеть коммуникаций, помещения для охраны. Площадь объекта составляет  $210000\text{ м}^2$ , площадь под складские корпуса -  $100000\text{ м}^2$ . Объект должен быть построен и введен в эксплуатацию за 2 года. Общая схема терминала приведена на рисунке 1.1.

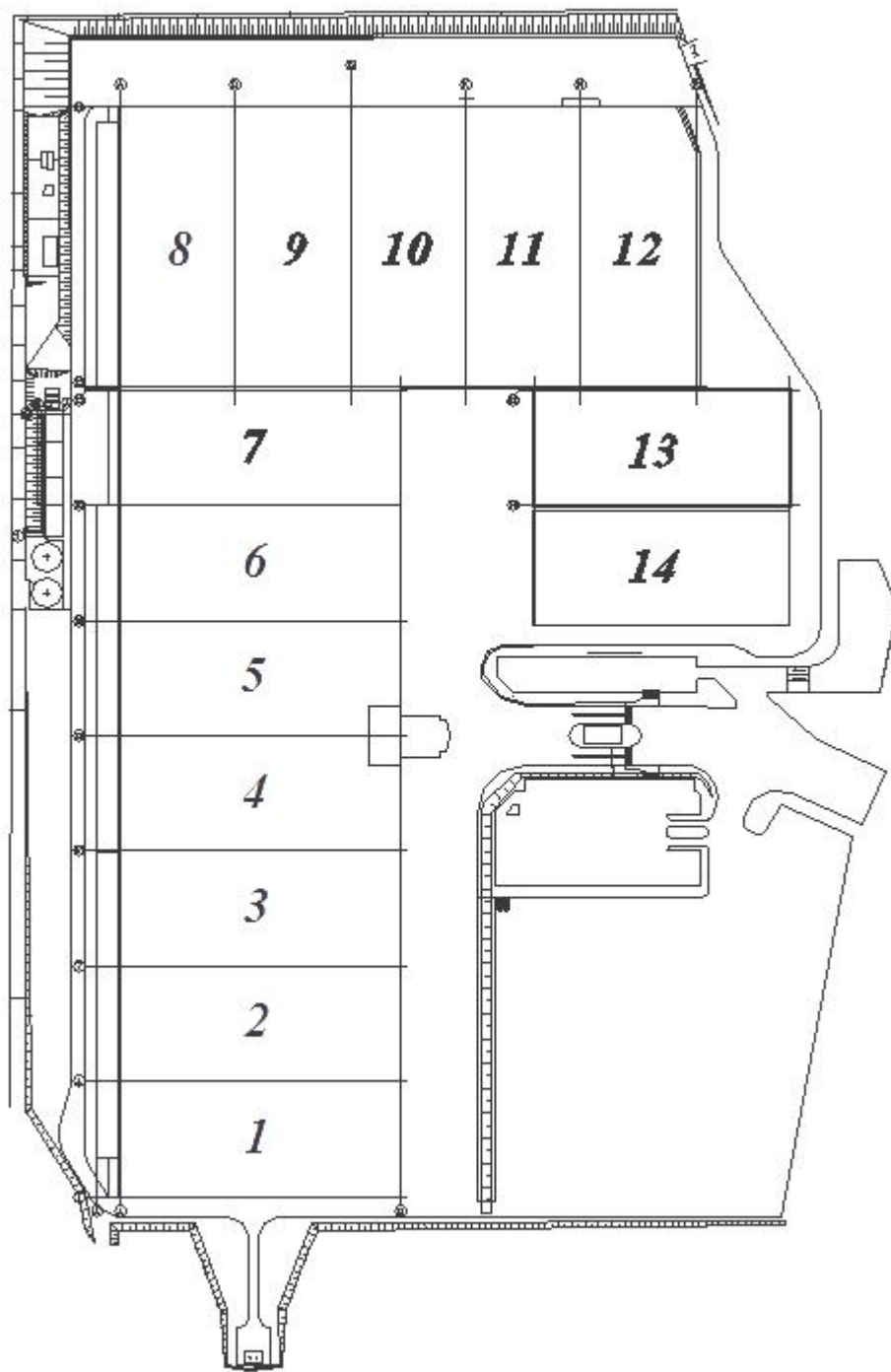


Рис.1.1 – Общая схема расположения  
Корпусов (обозначены цифрами) и инфраструктуры складского терминала

## 2 Общие сведения о геодезических работах в строительстве

### 2.1 Обязанности геодезической службы

Геодезическое сопровождение строительства – это комплекс работ, обеспечивающих точное соответствие геометрических параметров сооружения и зданий проектным решениям, а также строительным нормам и правилам. Помимо этого геодезическая служба обеспечивает качество строительномонтажных работ проведением мер эффективного контроля на всех стадиях строительства. В общем, в состав геодезических работ входит:

- создание разбивочной основы для нужд строительства и вынос в натуру основных осей и отметок сооружений;
- проверка геометрических параметров, высотного и планового положения объектов;
- контроль за монтажом элементов конструкций, опалубок;
- составление исполнительной документации, которая представляет собой текстовые и графические материалы, отражающие фактическое исполнение проектных решений и фактическое положение объектов капитального строительства и их элементов, а также и инженерных коммуникаций в процессе строительства;
- контрольные исполнительные съемки законченных строительством зданий (сооружений) и инженерных коммуникаций;
- определение объемов выработок, насыпей и использованных материалов;
- наблюдения за осадками и деформациями зданий и сооружений (ГОСТ 24846-81), земной поверхности, в том числе при выполнении локального мониторинга за опасными природными и техноприродными процессами.

Величины средних квадратических погрешностей построения разбивочной сети строительной площадки в соответствии со СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве» приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Характеристика объектов строительства	Величины средних квадратических погрешностей построения разбивочной сети строительной площадки		
	угловые измерения, с	линейные измерения	определение превышения на 1 км хода, мм
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью более 1 км <sup>2</sup> ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки более 100 тыс. м <sup>2</sup>	3	$\frac{1}{25000}$	4
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью менее 1 км <sup>2</sup> ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки от 10 до 100 тыс. м <sup>2</sup>	5	$\frac{1}{10000}$	6
Отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки менее 10 тыс. м <sup>2</sup> ; дороги, инженерные сети в пределах застраиваемых территорий	10	$\frac{1}{5000}$	10
Дороги, инженерные сети вне застраиваемых территорий; земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	30	$\frac{1}{2000}$	15

## 2.2 Специфика монтажа большепролетных зданий

Монтаж большепролетных зданий и сооружений можно характеризовать такими особенностями, как:

- каркас здания может выполняться из стальных, сборных железобетонных или смешанных конструкций: железобетонные колонны и фундаменты, стеновые панели – одно- или многослойные, фермы, связи и элементы покрытия – стальные. Колонны размещаются в соответствии с сеткой разбивочных осей здания. Расстояние между продольными осями называют пролётом, а между поперечными – шагом колонн;
- размеры здания обычно превышают радиус действия монтажных кранов;
- ряд конструкций – колонны большой высоты и массы, мощные подкрановые балки, фермы большого пролета, объемные элементы покрытия – приходится монтировать частями или применяя несколько кранов;
- монтаж здания необходимо увязывать с установкой технологического оборудования.

Различают несколько методов монтажа конструкций. При выборе основного варианта монтажа и разработке проекта производства работ рассматривают для сравнения поэлементный, блочный и конвейерно-блочный варианты. Также учитываются конкретные условия строительной площадки, наличие требуемого парка строительных машин и механизмов, оборудования. Выбранный вариант, помимо своей экономичности, должен обеспечить выполнение строительно-монтажных работ в наиболее короткие сроки [1]. Независимо от варианта монтажа конструкций геодезической службой должны быть задействованы все методы и технологии работ для осуществления непрерывности строительно-монтажных работ. Своевременная выдача геодезических данных для строителей, а также достоверность этих данных – существенно влияет как на сроки монтажа, так и на его качество.

Складской терминал по сложности геодезических работ можно приравнять к промышленному предприятию, где также выполняется большой

объем геодезических работ. Для выноса проекта в натуру необходимо создание разбивочной сети. От пунктов разбивочной сети выносят на местности главные и основные оси зданий, сооружений и коммуникаций. Во время детальной разбивки от закрепленных осей определяют положение отдельных элементов конструкций. Установке фундаментов под колонны и самих колонн уделяют повышенное внимание. Колонны – являются основными несущими конструкциями здания и испытывают большие нагрузки, поэтому они должны быть строго в проектном положении. Смещение относительно разбивочной оси допускается в нижнем сечении до 5 мм, отклонение от вертикали в верхнем сечении – до 15 мм для колонн, высота которых меньше 15 метров. При установке железобетонных колонн необходимо обеспечить точную разбивку фундаментов-стаканов.

## 2.3 Геодезический контроль и исполнительные съемки

Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) и исполнительные геодезические съемки осуществляются в соответствии с требованиями СНиП 3.01.03-84.

Исполнительная съемка производится на различных стадиях строительных работ. Основной задачей исполнительной съемки является контроль соответствия выполненных работ решениям проектной документации. Как правило, элементы конструкций и части здания, подлежащие съемке, устанавливает проектная организация.

В процессе строительства следует проводить геодезический контроль геометрических параметров зданий и сооружений. Геодезический контроль включает определение фактического положения в плане и по высоте элементов конструкций и частей зданий и сооружений в процессе их монтажа и временного закрепления.

Положение в плане и по высоте элементов конструкций и частей зданий и сооружений при геодезическом контроле и исполнительных съемках определяют от знаков внутренней разбивочной сети здания и сооружения или ориентиров, которые использовались при разбивочных работах, а инженерных коммуникаций – от знаков геодезической разбивочной основы или твердых точек капитальных зданий и сооружений. Погрешность измерения при выполнении геодезического контроля и исполнительных съемок должна быть не более 0.2 величины отклонений, допускаемых проектом, строительными нормами и правилами и государственными стандартами.

Результатом исполнительной съемки является исполнительная документация, которая включает исполнительные схемы с указанием фактического положения или размеров элементов конструкций или частей здания и отклонением этих размеров от проекта.

Геодезическая служба должна своевременно готовить исполнительную документацию, так как на основании данных, показанных в ней, могут быть

изменены проектные решения, либо своевременно исправлены грубые ошибки монтажных работ.

## 2.4 Автоматизация геодезических работ в строительстве

Системы автоматизированного проектирования, конструирования и разработки технологической документации с использованием персонального компьютера являются важнейшими современными средствами информатизации конструкторской и технологической деятельности. Среди этих средств, относящихся к сфере науки и техники, одно из виднейших мест занимает программа «Автокад» (AutoCAD). «Автокад» является мощным инструментальным средством, обеспечивающим автоматизацию графических работ на базе персональных ЭВМ.

Причем данное средство предоставляет пользователю возможности, которые ранее могли быть реализованы только на больших и дорогих вычислительных системах. С помощью «Автокада» может быть построен любой рисунок, если только его можно нарисовать вручную. Другими словами, «Автокад» способен выполнять практически любые виды графических работ. При этом обеспечиваются высокая скорость и простота создания рисунка и его модификаций, что в свою очередь позволяет существенно сократить время, необходимое для выполнения подобных процессов, по сравнению с черчением вручную. В связи с этим система находит самое широкое применение и используется для выполнения архитектурно-строительных чертежей, изготовления топографических карт, создания исполнительных схем.

В настоящее время столичные проектные организации, например ГУП «МосИнжПроект», создают проекты в электронном виде в среде системы автоматизированного проектирования «Автокад». Также, в последние годы, на рынок Российской Федерации приходят крупные западные компании, например, оказывающие логистические услуги и заинтересованные в строительстве крупных складских терминалов. Выступая заказчиками, эти компании, как правило, предоставляют проект, созданный иностранными проектными бюро. Как известно, европейские проектировщики уже давно используют компьютерные технологии при разработке чертежей будущих

зданий и сооружений. Учитывая это, а также то, что в последнее время на строительных площадках большое распространение при производстве геодезических работ получили безотражательные электронные тахеометры, можно говорить о новом этапе развития геодезических работ в строительстве.

В случае если чертежи представлены только на бумаге, но в распоряжении геодезической службы есть электронный тахеометр и персональный компьютер с установленной программой «Автокад», то имеет смысл произвести оцифровку бумажного варианта чертежа, переведя его в электронный вид. Это значительно сократит объемы вычислений, необходимых для выноса проекта в натуру, а также позволит в дальнейшем ускорить процесс отрисовки исполнительных схем.

Электронный вид чертежа должен быть привязан к системе координат, используемой на строительной площадке – это позволяет определить плановые координаты любой точки на нём. Во всех современных электронных тахеометрах заложена функция выноса в натуру, использующая проектные координаты выносимых точек. При этом существуют программы, позволяющие создавать файл в формате, необходимом для использования с тахеометром конкретного производителя, например, расширение \*.sdr для инструментов японской фирмы Sokkia или \*.gre – для Leica, Швейцария. Программу создания файла с данными для разбивки можно написать вручную с помощью языка программирования Лисп. В Приложении приведен листинг программы для среды «Автокад». Программное обеспечение, поставляемое с прибором, позволяет передавать созданный файл координат непосредственно в память тахеометра. Сказанное выше относится к большим объемам информации, часто бывает удобно вводить координаты в прибор вручную, непосредственно используя контроллер инструмента, но при большом количестве точек существует возможность допустить ошибку при вводе, либо при снятии с чертежа координат, чтобы избежать этого, необходимо использовать программные средства ввода координат точек.

## 2.5 Применение электронных тахеометров

После записи в память тахеометра координат точек, подлежащих выносу в натуру, можно приступать к разбивочным работам. При использовании электронного тахеометра отпадает необходимость вычисления разбивочных элементов: угла  $\beta$  и расстояния  $l$  – они вычисляются прибором автоматически, что, во-первых, исключает ошибки в вычислениях, а во-вторых, облегчает работу геодезистам, выполняющим при современных темпах и объёмах строительства и без того высокие объемы работ.

Электронный тахеометр предназначен для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов. Область применения – инженерно-геодезические изыскания, выполнение тахеометрической съемки, разбивочные работы в строительстве, создание сетей сгущения и землеустроительные работы.

Сам по себе тахеометр представляет комбинированный прибор, объединяющий в своей конструкции кодовый теодолит и лазерный дальномер. Прибор состоит из водонепроницаемого корпуса, вмещающего оптические и электронные компоненты, отсоединяемого трегера, и съемной аккумуляторной батареи.

Принцип действия углового измерительного канала основан на использовании кодового абсолютного датчика угла поворота, что не требует предварительной индексации перед измерением и после включения тахеометра на его дисплее отображается текущее угловое значение состояния датчика. Электронные считывающие устройства обеспечивают автоматическое снятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному угломерным датчикам. Применение двухстороннего снятия отсчетов и двухосевых электронных компенсаторов повышает точность измерения углов, исключает погрешность эксцентриситета горизонтального (вертикального) датчика и автоматически учитываются поправки в измеряемые горизонтальные и вертикальные углы за отклонение тахеометра от вертикали.

Принцип действия линейного измерительного канала основан на измерении времени распространения электромагнитных волн и реализует импульсно-фазовый метод измерения расстояния. Тахеометр имеет отражательный режим работы (лазерное излучение отражается от призмного отражателя установленного в точке измерения) и безотражательный (диффузное отражение лазерного излучения от измеряемой точки). Тахеометр может иметь встроенные метеодатчики, что позволяет автоматически учитывать атмосферные поправки. Результаты измерений выводятся на графический дисплей, регистрируются во внутренней памяти и в последствии могут быть переданы на персональный компьютер для последующей обработки. Для приведения в рабочее положение тахеометр снабжен круглым и электронным уровнем.

По причине многофункциональности тахеометров и по ряду экономических причин они приобретают все большую популярность у предприятий, имеющих необходимость использовать для своих нужд геодезические средства измерений.

В таблице 2.2 приведены технические характеристики электронного тахеометра Sokkia Set 530R.

Таблица 2.2

Параметр	Характеристика
Зрительная труба	
Длина:	171 мм
Диаметр объектива:	45 мм
Увеличение:	30X
Изображение:	Прямое
Разрешающая способность:	3"
Угол поля зрения:	1°30"
Минимальное расстояние фокусирования:	1.3 м
Устройство фокусирования:	Односкоростное
Подсветка сетки нитей:	5 уровней яркости
Измерения углов	
Тип отсчетного устройства горизонтального и вертикального круга:	Абсолютный датчик угла поворота кодового диска
Наименьшая цена деления отсчётов:	1"
Точность (ISO 12857-2:1997)	5"
Время измерения:	Менее 0.5 с
Автоматический компенсатор:	Включён (только Ги В/только В)/Выключен (выбирается)

<p>Тип:          Диапазон компенсации:          Режим измерений:          Горизонтальный угол:          Вертикальный угол:</p> <p>Измерение расстояний          Метод измерений:</p> <p>Источник сигнала:</p> <p>Диапазон измерений:</p> <p>Наименьшая цена деления отсчетов:          Максимальное значение наклонного расстояния:</p> <p>Точность:</p> <p>Поправки:          Диапазон ввода температуры:          Диапазон ввода давления:          Диапазон ввода ppm:          Поправка за константу призмы:          Поправка за кривизну Земли и рефракцию:</p> <p>Источники питания:          Индикатор заряда:          Продолжительность работы при 25°C:</p> <p>Время зарядки:          Номинальное напряжение:          Ёмкость:</p> <p>Общие характеристики          Дисплей:</p> <p>Клавиатура:          Автоматическое отключение питания:          Лазерный целеуказатель:          Внутренняя память:          Вывод данных:</p> <p>Цена деления уровней:</p> <p>Оптический отвес          Увеличение:          Рабочая температура:          Водо- и пылезащищенность:          Габаритные размеры инструмента:          Вес:</p>	<p>Жидкостный 2-х осевой датчик наклона  <math>\pm 3'</math></p> <p>Вправо/влево (выбирается)          От зенита/От горизонта 0?...360?          От горизонта 0?<math>\pm</math>90? (выбирается)</p> <p>Коаксиальная фазоконтрастная измерительная система</p> <p>Лазерный диод красного диапазона спектра 690 нм (Class 2 IEC60825-1 2001-2)          На стандартную призму: до 4000 м          На минипризму: до 500 м          На отражающую плёнку: до 500 м          Без призмы: до 100 м          0.001 м          Призма/плёнка: 9599.999 м          Без призмы: 599.999 м          На призму: <math>\pm(2+2ppm?D)</math> мм          На плёнку: <math>\pm(3+2ppm?D)</math> мм          Без призмы: <math>\pm(3+2ppm?D)</math> мм          (D – измеряемое расстояние в км)</p> <p>От -30 до +60°C (с шагом 1 °C)          От 500 до 1400 гПа (с шагом 1 гПа)          От -499 до +499 ppm (с шагом 1 ppm)          От -99 до +99 мм (с шагом 1 мм)          Не применяется/Применяется (K=0.142)/          Применяется (K=0.20) (выбирается)</p> <p>Литиево-ионный аккумулятор BDC46A          4 уровня заряда          Около 5 часов (при точных однократных измерениях каждые 30 с)          Около 2 часов          7.2 В          1800 мАч</p> <p>2 жидкокристаллических графических дисплея с подсветкой, 192?80 точек          15 клавиш          5 уровней (выбирается)          Вкл/Выкл (выбирается)          Около 10000 точек</p> <p>Асинхронный последовательный, совместимый с RS232C</p> <p>Цилиндрический: 30"/2 мм          Круглый: 10"/2 мм          Прямое изображение          3X          От -20 до +50°C          IP66 (IEC 60529: 1989)          165 (Ш) ? 171 (Д) ? 341 (В) мм (с ручкой)          5.4 кг</p>
--	--

## 2.6 Сущность метода полярных координат

Разбивочные работы на строительной площадке заключаются в закреплении на местности точек, определяющих плановое и высотное положение зданий и сооружений, элементов конструкций. В плане положение этих точек может быть получено с помощью отложения угла  $\beta$  от исходной стороны и расстояния  $l$  по створу, задаваемому визирной осью прибора (рис 2.1).

Для производства работ необходимо установить штатив и закрепить на нём тахеометр. Станция стояния выбирается в максимально удобном для оператора месте – исходя из условий строительной площадки. Естественно, что

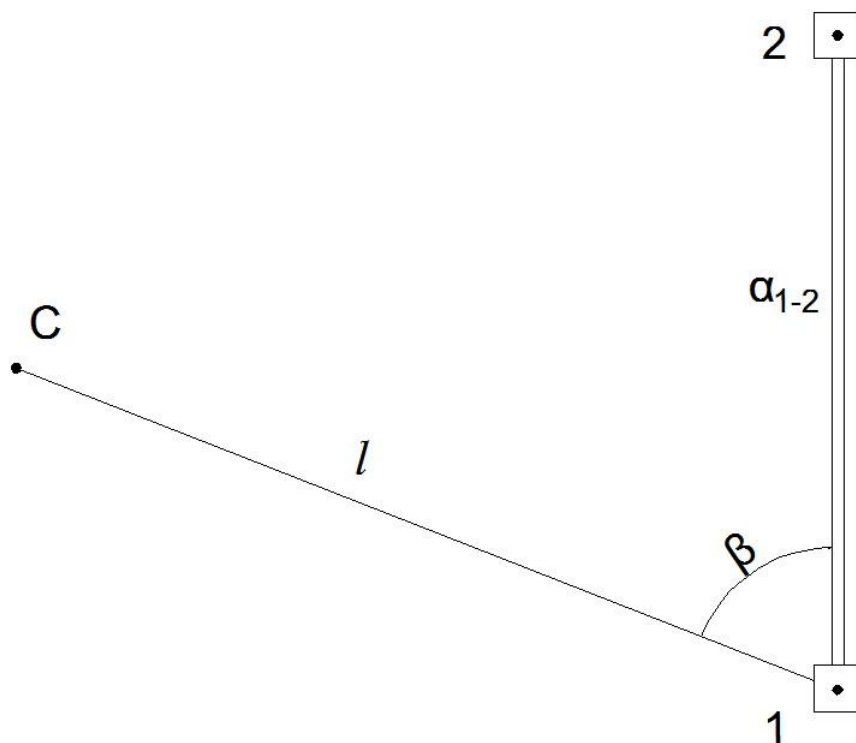


Рис. 2.1 – вынос в натуру точки способом полярных координат

должна быть видимость не менее чем на два пункта разбивочной сети. Два пункта, при условии невысокой точности разбивки (не точнее 1 см) позволяют ориентировать тахеометр обратной линейно-угловой засечкой. Для тахеометра Sokkia Set 530R в меню перед началом работы необходимо выбрать «НАКЛ» – на дисплее отобразится графическое изображение круглого уровня с

указанием наклона прибора по осям  $X$  и  $Y$  в угловых секундах. С помощью подъемных винтов тахеометр приводится в рабочее положение. Далее, клавишей «ПАМ» осуществляется переход к памяти прибора, где выбирается файл работы, содержащий координаты выносимых точек, а также файл исходных координат, содержащий координаты разбивочной основы. После выбора рабочих файлов необходимо перейти в меню и выбрать пункт «Обратная засечка», после чего будет предложено указать прибору точки, на которые будут производиться измерения, для вычисления обратной засечки.

Произведя измерения, следует нажать на клавишу «вычислить», на дисплее тахеометра будут показаны координаты  $X$ ,  $Y$ ,  $H$  станции стояния и показатель рассеивания значений координат относительно их математического ожидания. После чего следует выбрать «Установка ГУ» и тахеометр будет ориентирован в данной системе координат.

Ориентировав прибор в строительной системе координат, можно приступать к разбивочным работам. Для этого в меню тахеометра необходимо выбрать пункт «Вынос в натуру» и, далее, точку из списка в памяти. На дисплее будет указан угол, на который необходимо повернуть алидадную часть тахеометра и с помощью наводящего винта горизонтального круга довести значение этого угла до  $0^{\circ}00'00''$ . Таким образом, будет задан створ, в который устанавливается помощник с призмным отражателем, либо, если того требуют условия, с маркой. Производя измерения расстояния до отражателя, прибор автоматически показывает величину и направление, куда необходимо сместить отражатель помощнику. После перемещения и корректировки положения помощника в створе измерения расстояния повторяют. Часто при больших расстояниях удобно использовать бытовые радиостанции для связи наблюдателя и помощника.

После того, как положение выносимой в натуру точки найдено на местности или элементе конструкции, её необходимо закрепить деревянным колом, обрезком арматуры, дюбель-гвоздем, керном или чертилкой – в зависимости от условий разбивки.

Точность разбивки сооружений зависит от типа и назначения сооружения, материала возведения, технологических особенностей производства и регламентируется строительными нормами и правилами (СНиП), государственным стандартом «Система обеспечения геометрической точности в строительстве», техническими условиями проекта сооружения [2].

При заданном в проекте допуске  $\Delta$  симметричное предельно допустимое отклонение от оси

$$\pm\delta = \frac{\Delta}{2} \quad (2.1)$$

или среднее квадратическое отклонение при вероятности  $p=0.9973$

$$\pm\sigma = \frac{\delta}{3} = \frac{\Delta}{6}. \quad (2.2)$$

Таким образом,  $\delta$  является предельно-допустимой точностью геодезических работ,  $\Delta$  – предельное отклонение строительных конструкций, определяемое СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» или указанное в проекте.

В общем случае, точность возведения инженерного сооружения зависит от точности геодезических измерений, точности технологического расчета проекта и ошибок строительного-монтажных работ [2].

В связи с удобством использования в сегодняшних условиях метод полярных координат является универсальным способом разбивки.

## **3 Проект разбивочной сети. Оценка точности**

### **3.1 Геодезические сети**

Геодезическая сеть на строительной площадке предназначена для:

- создания обоснования для выноса в натуру отметок, осей и других элементов инженерных сооружений;
- создания основы для выполнения исполнительных съёмов в процессе строительства.

Также геодезическая сеть может использоваться для наблюдений за деформациями сооружений и поверхности земли, как в процессе строительных работ, так и после их завершения.

В общем случае, геодезическую сеть следует закреплять знаками геодезических пунктов, которые определяют положение здания на местности и позволяют обеспечить выполнение дальнейших геодезических измерений и построений в процессе строительных работ с необходимой точностью.

Геодезическая основа для строительства должна создаваться с учетом:

- обеспечения полной сохранности и устойчивости знаков, закрепляющих пункты разбивочной основы;
- проектного и существующего размещений зданий (сооружений) и инженерных сетей на строительной площадке;
- геологических, температурных, динамических процессов и других воздействий в районе строительства, которые могут оказать неблагоприятное влияние на качество построения разбивочной основы;
- использования создаваемой геодезической разбивочной основы в процессе эксплуатации построенного объекта, его расширения и реконструкции.

### 3.2 Оценка точности сети

По акту фирмой ООО «СТК-ГЕО» была передана разбивочная сеть, созданная от исходных пунктов I и II (см. рисунок 3.1).

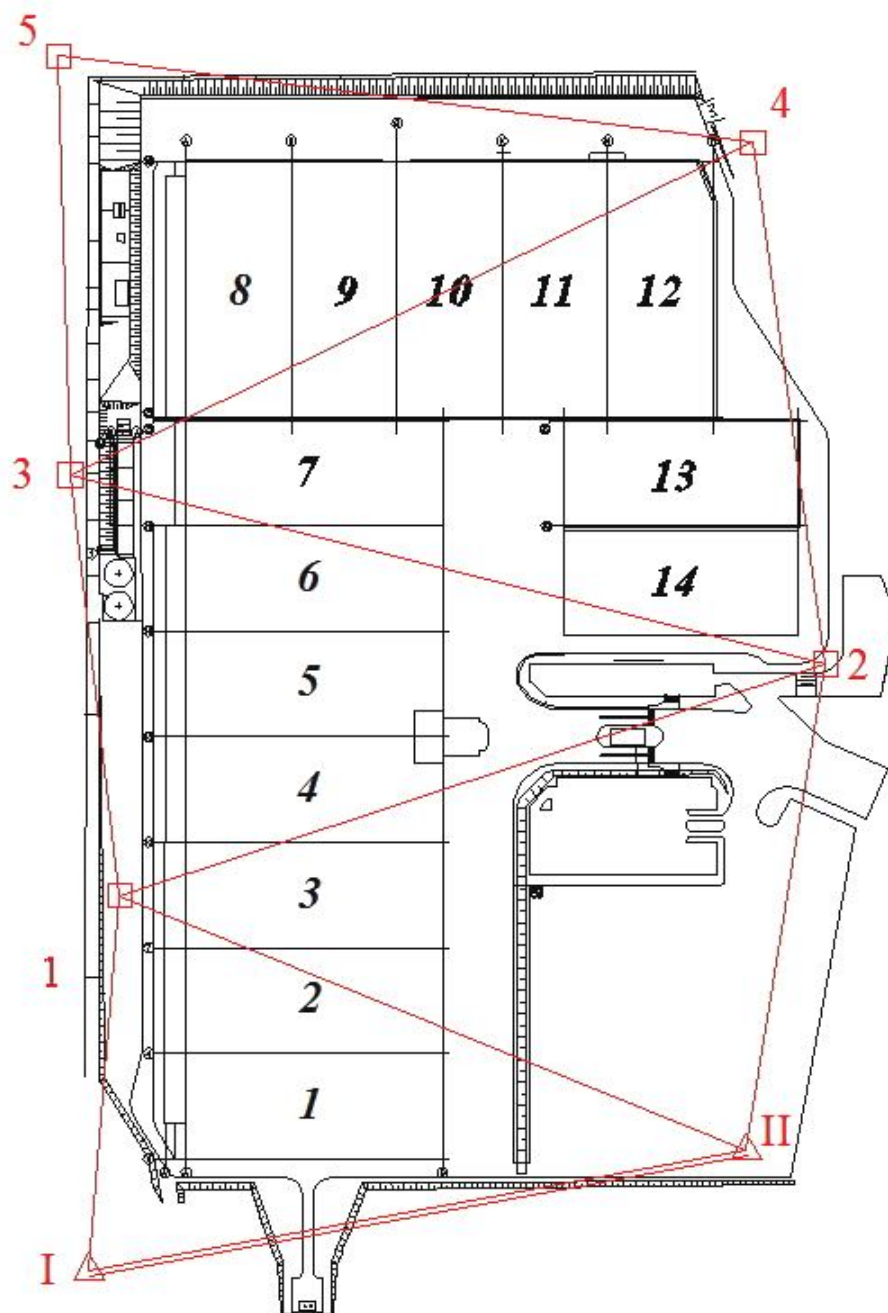


Рис. 3.1 – Исходная разбивочная основа

Для оценки точности сети с помощью электронного тахеометра можно измерить все стороны и углы и произвести обработку и уравнивание измерений в программе Credo\_Dat, используя файл с записанными измерениями.

Обработка планово-высотного обоснования в программе Credo включает:

- расчет направлений, горизонтальных проложений и превышений на основе средних значений отсчетов измерений, контроль соблюдения конструктивных допусков, установленных для соответствующих классов построений, вычисление вертикальных углов и превышений;

- учитываются поправки, введенные в измерения, в процессе обработки;

- формирование редуцированных значений длин, направлений и превышений, подлежащих уравниванию, расчет предварительных координат пунктов, распознавание избыточных измерений и формирование топологии сети обоснования;

Уравнивание в программе проводится параметрическим способом по критерию минимизации суммы квадратов поправок в измерения. Для оценки точности положения уравненных пунктов, формирования параметров эллипсов ошибок используется ковариационная матрица, коэффициенты которой вычисляются в процессе уравнивания.

После обработки и уравнивания сети пользователю доступны ведомости координат, поправок, оценки точности положения пунктов, оценки точности измерений в сети и некоторые другие.

В таблице 3.1. приводится оценка точности измерений в сети, изображенной на рисунке 3.1, по результатам уравнивания в программе Credo.

Таблица 3.1

Класс	Линейно-угловая сеть				СКО углов в ходах	
	СКО направлений		СКО линий		СКО углов в ходах	
	Априорная	Фактич.	Априорная	Фактич.	Априорная	Фактич.
1-разряд	3,5360	4,0005	0,0200	0,0242	5,0000	5,0000

Как видно из таблицы 3.1 программа автоматически присваивает класс для линейно-угловой сети: в данном случае 1 разряд.

В таблице 3.2 приводится выдержка из ведомости оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания.

Таблица 3.2

Пункт	M	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
1	2	3	4
5	0,050	0,039	0,032

В таблице 3.2 величина  $M$  находится как

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}, \quad (3.1)$$

$$M = \sqrt{0.039^2 + 0.032^2}, \quad (3.2)$$

$$M = 0.0504 \text{ м.} \quad (3.3)$$

Принимая во внимание данные из таблицы 2.1 можно говорить о том, что сеть полностью удовлетворяет требованиям проекта и нормативных документов.

Пункты сети были закреплены таким образом, чтобы сохранить их до конца строительства объекта.

### 3.3 Закрепление пунктов сети

Как правило, пункты плановых разбивочных сетей и сетей сгущения закрепляют подземными центрами, такими же, как и пункты государственных сетей. Так как расстояния между этими пунктами сравнительно небольшие, оформление их наружными знаками не требуется [3].

На рисунке 3.2 схематически показан знак закрепления осей здания. Для закрепления пунктов разбивочной сети можно рекомендовать ту же конструкцию с незначительными изменениями.

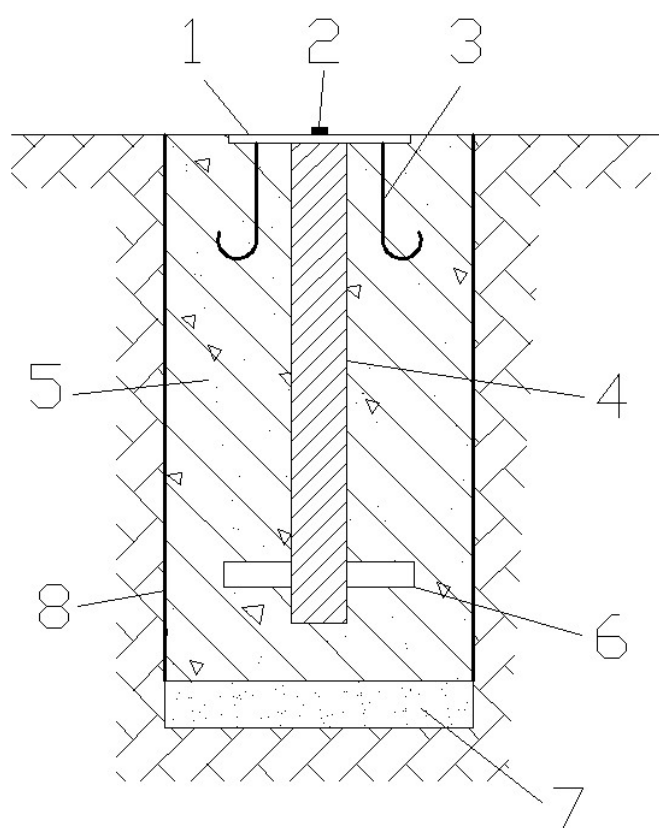


Рис. 3.2 – Закрепление осей и пунктов сетей:

- 1 – металлическая пластина размером 200?200?15;
- 2 – заклепка из металла; 3 – анкер толщиной не менее 15 мм;
- 4 – металлическая труба толщиной 50-70 мм; 5 – бетон класс В7.5-В12.5;
- 6 – якорь, расположенный ниже глубины промерзания; 7 – песчаная подушка;
- 8 – два слоя изоляции.

Также рекомендуется закреплять оси зданий и пункты внутренней разбивочной сети дюбель-гвоздями в асфальте.

## 4. Геодезические работы на объекте

### 4.1 Создание внутренней разбивочной сети

Внутренняя разбивочная основа создается на исходном горизонте путем выноса точек способом полярных координат от точек внешней разбивочной основы, принятых от ООО «СТК-ГЕО» по акту «Приема-передачи геодезических работ».

Разбивочные работы ведутся электронным тахеометром Sokkia Set 530R. Места закрепления пунктов внутренней разбивочной сети определяются на генеральном плане и выносятся в натуру. Точки закрепляются дюбель-гвоздями в асфальте, бетонных основаниях зданий, или, где это возможно штрихом на ровной поверхности. По пунктам созданной сети прокладывается полигонометрический ход с привязкой к точкам внешней разбивочной основы. Ход уравнивается в программе Credo\_DAT.

На рисунке 4.1 показана схема внутренней разбивочной основы на примере корпуса №14.

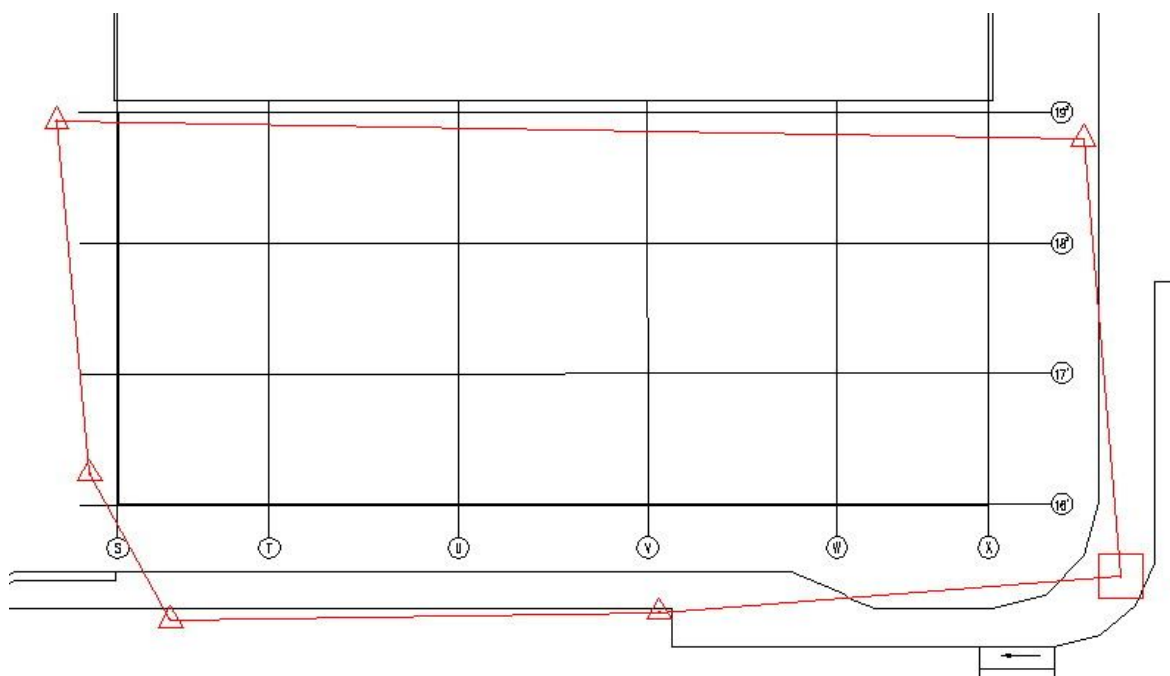


Рис 4.1 – Схема разбивочной сети для корпуса №14.

В таблице 4.1 приведены Величины средних квадратических погрешностей построения внешней и внутренней разбивочных сетей здания (сооружения) и других разбивочных работ согласно СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве».

Таблица 4.1.

Характеристика зданий, сооружений, строительных конструкций	Величины средних квадратических погрешностей построения внешней и внутренней разбивочных сетей здания (сооружения) и других разбивочных работ				
	линейные измерения	угловые измерения, с	определение превышения на станции, мм	определение отметки на монтажном горизонте относительно исходного, мм	передача точек, осей по вертикали, мм
Металлические конструкции с фрезерованными контактными поверхностями; сборные железобетонные конструкции, монтируемые методом самофиксации в узлах; сооружения высотой св. 100 до 120 м или с пролетами св. 30 до 36 м	$\frac{1}{15000}$	5	1	Числовые значения погрешностей следует назначать в зависимости от высоты монтажного горизонта (согласно обязательным приложениям 4 и 5)	
Здания св. 15 этажей, сооружения высотой св. 60 до 100 м или с пролетами св. 18 до 30 м	$\frac{1}{10000}$	10	2	-	-
Здания св. 6 до 15 этажей, сооружения высотой св. 15 до 60 м или с пролетами св. 6 до 18 м	$\frac{1}{5000}$	20	2,6	-	-
Здания до 5 этажей, сооружения высотой до 15 м или с пролетами до 6 м	$\frac{1}{3000}$	30	3	-	-
Конструкции из дерева; инженерные сети, дороги, подъездные пути	$\frac{1}{2000}$	30	5	-	-
Земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	$\frac{1}{1000}$	45	10	-	-

## 4.2 Детальные разбивочные работы

Детальные разбивочные работы выполняются от точек внутренней основы и от осевых знаков. Для детальных разбивочных работ используется электронный безотражательный тахеометр Sokkia Set 530R (точность измерения углов по ISO 12857-2:1997) составляет 5", точность измерения расстояний на призму составляет:  $\pm(2+2 \text{ ppm} \cdot D)$  мм, на плёнку и безотражательно до 100 м –  $\pm(3+2 \text{ ppm} \cdot D)$  мм. Где D – расстояние в км.

При детальных разбивочных работах широкое применение получил способ полярных координат. В электронный тахеометр заложена программа выноса в натуру точки способом полярных координат. Для того чтобы её задействовать, необходимо ориентировать инструмент – для чего выполняется определение координат точки стояния способом обратной засечки или, что менее удобно, производится центрирование тахеометра на известном пункте и ориентирование на другой известный пункт. После привязки станции стояния к пунктам разбивочной основы, в меню прибора выбирается пункт «Вынос в натуру» и далее необходимый номер точки из созданного заранее списка. После выбора точки на дисплее тахеометра показываются угол до направления на выносимую точку, а также расстояние до неё. Вынос в натуру точки электронным тахеометром превосходит классический метод, как по скорости, так и по количеству необходимых для производства работ действий.

В зависимости от необходимой точности работ используются различные отражатели, что не сказывается на общей методике выноса в натуру. Так, например, для выноса продольных и поперечных осей здания можно использовать маленький отражатель высотой 12 см и диаметром призмы, в зависимости от модели, около 25 мм. Часто бывает удобно использование специальных марок, например, для выноса на фундаменты-стаканы осей колонн. Обычная веха со стандартным отражателем применяется, в основном при съёмках, или выносе с точностью не более 1 см, например, для обозначения границ котлованов под фундаменты, осей коммуникаций.

Методика выноса в натуру с помощью электронного тахеометра заключается в следующем: после выбора точки для выноса из списка, прибор поворачивается, пока на дисплее угол до направления на точку не станет отображаться как  $0^{\circ}00'00''$ . После чего, помощник с отражателем становится в створ. Так как обычно не используется специальная автоматизированная система установки в створ, то достаточно применять бытовые радиостанции или систему жестов. Далее, на призму производится измерение расстояния. Поправки за наклон местности учитываются автоматически. После измерения на дисплее прибора отображается расстояние, которое необходимо отложить, и направление: к оператору или от него. Таким образом, найти на местности местоположение выносимой точки получается за три-четыре приёма, а общие трудозатраты много меньше классического способа, с использованием рулетки и теодолита.

Рассчитаем точность выноса точки в натуру способом полярных координат. Известно, что координаты искомой точки  $C$  равны

$$x = x_1 + \Delta x; \quad (4.1)$$

$$y = y_1 + \Delta y. \quad (4.2)$$

Согласно рисунку 4.2 можно записать

$$\Delta x = l \cos(\alpha_{1-2} - \beta); \quad (4.3)$$

$$\Delta y = l \sin(\alpha_{1-2} - \beta). \quad (4.4)$$

Так как, в основном, на точность разбивки точки  $C$  относительно исходных пунктов влияет ошибка  $m_{\beta}$  построения угла  $\beta$  и ошибка  $m_l$  отложения проектного расстояния  $l$ . Применяя теорию ошибок, получим

$$m_{\Delta x}^2 = \cos^2(\alpha - \beta)m_l^2 + l^2 \sin^2(\alpha - \beta) \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2}; \quad (4.5)$$

$$m_{\Delta y}^2 = \sin^2(\alpha - \beta)m_l^2 + l^2 \cos^2(\alpha - \beta) \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2}. \quad (4.6)$$

Общая ошибка в положении точки  $C$  под влиянием ошибок разбивочных работ способом полярных координат будет равна

$$m_{разб}^2 = m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2. \quad (4.7)$$

Или, упрощая:

$$m_{разб}^2 = m_l^2 + l^2 \left( \frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 \quad (4.8)$$

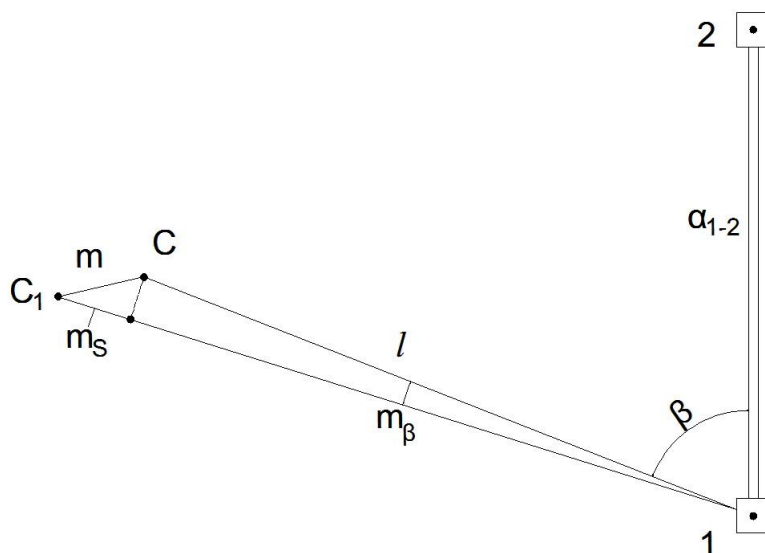


Рис. 4.2. Схема выноса в натуру точки способом полярных координат:  
 $\beta$  – проектный угол,  $l$  – проектное расстояние.

Рассчитаем общую ошибку в положении точки  $C$ , учтя, что расстояние редко больше  $l = 80\text{ м}$ ,  $\rho = 206265''$ , а разбивка осуществляется тахеометром Sokkia set 530R, для которого  $m_\beta = 5''$ ,  $m_l = 2\text{ мм}$ . Тогда:

$$m_{разб}^2 = (2\text{ мм})^2 + (80\text{ м})^2 \left( \frac{5''}{206265''} \right)^2; \quad (4.9)$$

$$m_{разб} = 2.2 \text{ мм}. \quad (4.10)$$

Как видно, наибольшее влияние оказывает ошибка отложения расстояния в створе. Вывод формулы (4.8) приводится в учебнике [2].

Рассчитаем ошибку определения координат станции стояния с помощью обратной засечки, выполненной тахеометром.

На рисунке 4.3 показана схема способа обратной засечки для трёх пунктов, где  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – углы засечки.

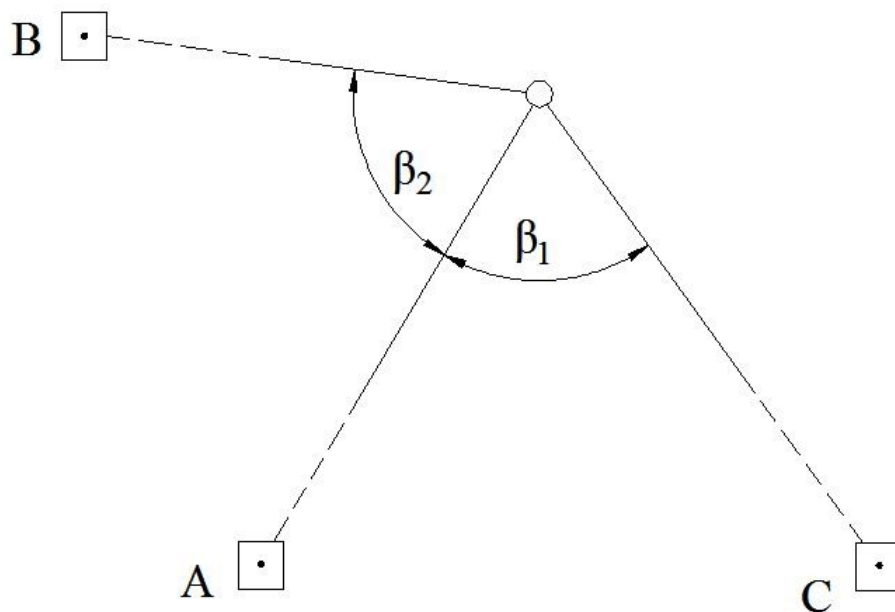


Рис. 4.3

Ошибка собственно обратной засечки может быть подсчитана по формуле

$$m_{c.з.} = \frac{m_\beta S_A}{\rho \sin(\beta_1 + \beta_2 + \omega_{BAC})} \sqrt{\left(\frac{S_B}{b_{AB}}\right)^2 + \left(\frac{S_C}{b_{AC}}\right)^2}, \quad (4.11)$$

где  $S$  – расстояние от определяемого до соответствующих опорных пунктов;  $b$  – расстояние между соответствующими опорными пунктами (базис засечки);  $\omega_{BAC}$  – угол между исходными сторонами [4].

Если для приближенных расчетов принять, что  $S_A = S_B = S_C = S_{cp}$  и  $b_{AB} = b_{AC} = b_{cp}$ , то формула (4.11) примет вид

$$m_{c.з.} = \frac{m_\beta \sqrt{2} S_{cp}}{\rho \sin(\beta_1 + \beta_2 + \omega_{BAC})} \left(\frac{S_{cp}}{b_{cp}}\right). \quad (4.12)$$

На рисунке 4.3:  $\beta_1 = 66^\circ 28' 12''$ ,  $\beta_2 = 66^\circ 52' 54''$ ,  $\omega_{BAC} = 108^\circ 35' 01''$ , примем  $S_{cp} = 100$  м,  $b_{cp} = 60$  м,  $m_\beta = 5''$ , тогда без учета ошибок исходных данных можно найти, что

$$m_{c.з.} = 7 \text{ мм.} \quad (4.13)$$

Вынос в натуру границ котлованов под фундаменты стаканного типа осуществляется с низкой точностью, так как в дальнейшем котлован

отрывается экскаватором. Дно котлованов добирается до проектной отметки вручную.

После подготовки основания размечают оси фундаментов, которые выносят на обноску с последующей разметкой осей на месте установки фундаментов. Для этого на обноске натягивают осевые струны и с помощью отвесов переносят точки их пересечения на дно котлованов и траншей (рис 4.4).

Во всех каркасных зданиях фундаменты стаканного типа имеют отрицательную отметку верхнего обреза  $-0.15$  м, что позволяет в удобное время устраивать бетонную подготовку под полы, а значит, в полном объеме завершать работы нулевого цикла [1].

Проверяют уровень дна стаканов, расположенных в зоне установки. При необходимости делают углубление в земляном или песчаном основании. В этом месте подсыпку делают тоньше, утоняется бетонное покрытие. От точек пересечения осей фундаментов рулеткой или шаблоном размечают положение боковых граней каждого стакана. Это положение закрепляют тремя колышками или металлическими штырями, забитыми в грунт.

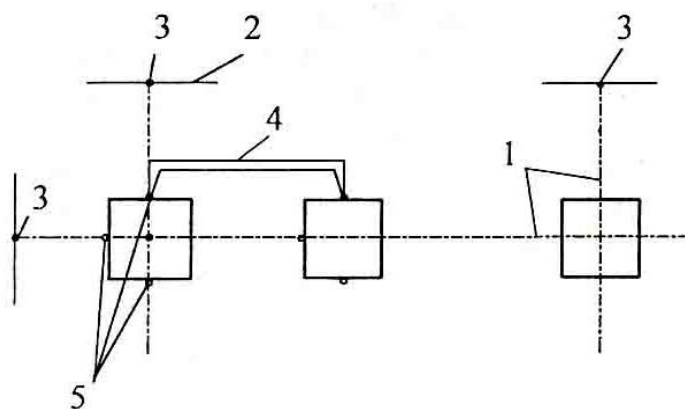


Рис 4.4 – Разметка положения фундаментов стаканного типа:

1 – главные оси; 2 – обноска; 3 – гвозди, показывающие положение осей;  
4 – шаблон; 5 – колышки, штыри

Имея электронный тахеометр можно непосредственно с его помощью вынести в натуру колышки, обозначающие положение граней фундамента (рис 4.5).

На установленный фундамент выносятся оси колон (рис 4.6) в виде рисок или, если того требуют условия, оси могут закрепляться дюбель-гвоздями.

При установке колонн их ориентируют по осям, а также следят за наклоном в вертикальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. На боковых гранях колонн должны быть нанесены установочные риски по ГОСТ 13015.2 в бетоне или в закладных изделиях в виде канавок или несмываемой краской, определяющие разбивочные оси здания, а на консолях – установочные риски, определяющие оси подкрановых балок.

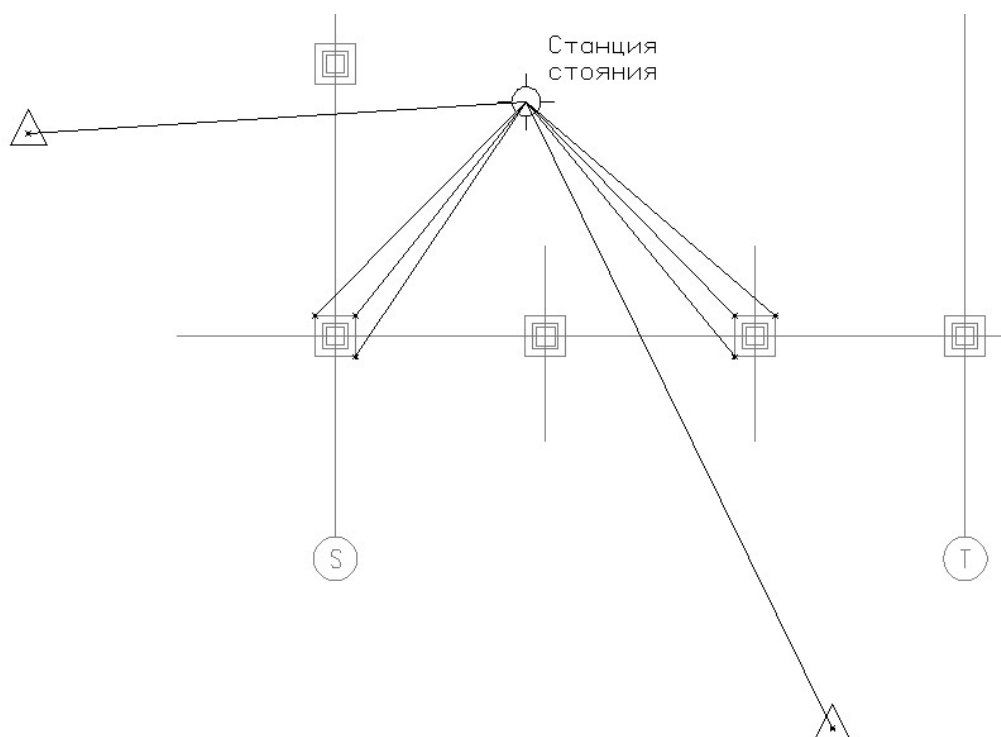


Рис 4.5 – Разметка положения фундаментов стаканного типа с помощью электронного тахеометра  
Риски для установки колонн

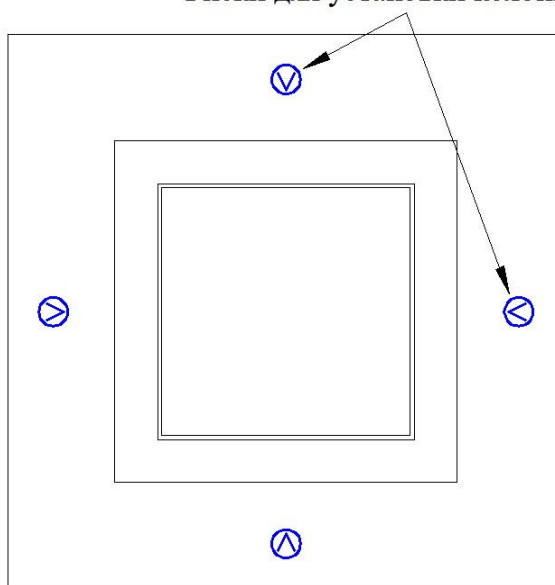


Рис. 4.6 – Фундамент (вид сверху) с закрепленными осями колонн

Для облегчения смещения колонны при ориентировании на дно стакана устанавливают так называемое «яблочко» - полусферическое металлическое изделие, замоноличенное бетоном. В основании колонны имеется отверстие для смыкания с «яблочком». Местоположение центра «яблочка» находят при помощи натягивания шнура по рискам и опустив отвес на дно фундамента. После установки колонны производят исполнительную съемку до и после замоноличивания её в фундаменте.

Металлоконструкции (фаферки, фермы) устанавливаются на колонны после проведения исполнительных съемок планового и высотного положения колонн, а также после выноса на них отметок. Монтажная организация по фактическим отметкам верха колонн подбирает подкладки для крепежа металлических ферм.

Предельные отклонения от совмещения ориентиров при установке сборных элементов, а также отклонения законченных монтажных конструкций от проектного положения не должны превышать величин, приведенных в СНиП 3.03.01-87 (таблица 4.2).

Таблица 4.2

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Отклонение от совмещения установочных ориентиров фундаментных блоков и стаканов фундаментов с рисками разбивочных осей	12	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении установленных элементов с установочными ориентирами (рисками геометрических осей или гранями нижележащих элементов, рисками разбивочных осей):		
колонн, панелей и крупных блоков несущих стен, объемных блоков	8	
панелей навесных стен	10	
ригелей, прогонов, балок, подкрановых		То же

балок, подстропильных ферм, стропильных балок и ферм	8	
Отклонение осей колонн одноэтажных зданий в верхнем сечении от вертикали при длине колонн, м:		
до 4	20	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
от 4 до 8	25	
от 8 до 16	30	
от 16 до 25	40	
Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей) в верхнем сечении колонн многоэтажных зданий с рисками разбивочных осей при длине колонн, м:		
до 4	12	То же
от 4 до 8	15	
от 8 до 16	20	
от 16 до 25	25	

### 4.3 Высотная разбивочная основа

Высотная разбивочная основа совмещена с плановой разбивочной сетью, принятой у ООО «СТК-ГЕО». Проектные отметки выносят в натуру от ближайших реперов. Для облегчения производства геодезических работ высотная основа сгущается вынесением отметок на колонны и цоколя близлежащих зданий, а также на закрепленные на местности точки. Согласно [5] плотность высотного обоснования должна обеспечивать вынос отметки при однократной постановке прибора.

Предварительно высоты от уровня чистого пола (или другого условного уровня) перечисляют в систему, в которой даны высоты реперов и произведена съемка рельефа площадки [5].

Высоты выносят в натуру с помощью горизонта нивелира. Поставив инструмент посередине между репером  $R_p$  и выносимой точкой  $M$ , определяют горизонт прибора  $H_{zn}$

$$H_{zn} = H_{Rp} + a, \quad (4.14)$$

где  $a$  – отсчет по рейке, установленной на репере. Для контроля можно определить горизонт инструмента с другого репера. Чтобы установить точку  $M$  на проектную отметку  $H_{np}$  следует вычислить отсчет  $b$  по рейке

$$b = H_{zn} - H_{np}, \quad (4.15)$$

И установить рейку таким образом, чтобы отсчет по ней составлял величину, равную  $b$ .

Наиболее жестким допуском на основном монтажном горизонте, как правило, является допуск на отклонение опорных поверхностей колонны по высоте. Соблюдение этого допуска относительно ближайшего репера или относительно опорных поверхностей смежных колонн следует считать достаточным [5].

В соответствии со СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» предельное отклонение разности отметок верха колонн или их опорных площадок (кронштейнов, консолей) одноэтажных зданий и

сооружений при длине колонн от 8 до 16 м должно составлять не более 20 мм, а предельное отклонение отметок опорной поверхности дна стаканов фундаментов от проектных до устройства выравнивающего слоя по дну стакана – не более -20 мм. В ГОСТ 25628-90 "Колонны железобетонные для одноэтажных зданий предприятий. Технические условия" указывается, что предельное отклонение по длине колонны должно составлять не более 20 мм.

Пример составления уравнения погрешностей по размерным цепям приведен на рис 4.7.

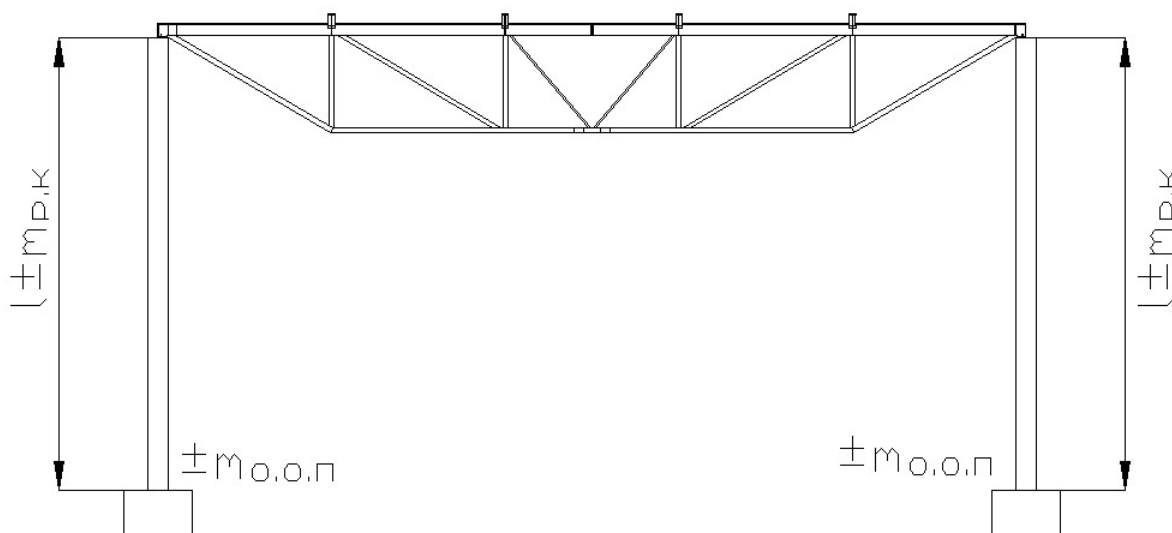


Рис 4.7

Согласно схеме (рис 4.7) для размерной цепи при замыкании конструкций по верху колонн можно написать

$$m_{в.к.}^2 = 2m_{г.п.}^2 + 2m_{o.o.p}^2 + 2m_{p.k.}^2 \quad (4.16)$$

Где приняты следующие обозначения:

$m_{в.к.}$  – средняя квадратическая погрешность разности отметок верха смежных колонн;

$m_{г.п.}$  – средняя квадратическая погрешность геодезической отметки относительно исходного репера;

$m_{o.o.p}$  – средняя квадратическая погрешность отклонения опорных поверхностей фундаментов от проектной отметки;

$m_{p.k.}$  – средняя квадратическая погрешность размера колонн по длине.

Получив из выражения (4.16) формулу для  $m_{Г.П.}$  определяют точность исходной высотной основы, методику измерений и класс прибора:

$$m_{Г.П.} = \pm \sqrt{\frac{m_{В.К.}^2}{2} - m_{О.О.П}^2 - m_{Р.К.}^2} . \quad (4.17)$$

Учитывая значения аргументов, входящих в формулу (4.17) указанные выше получим

$$m_{Г.П.} = \sqrt{225} = 15 \text{ мм} . \quad (4.18)$$

Следовательно, средняя квадратическая погрешность геодезической отметки относительно исходного репера должна быть равна не более 15 мм.

Средняя квадратическая погрешность вынесения проектной отметки в натуру при однократной постановке прибора может быть найдена по формуле

$$m_H^2 = m_0^2 + m_a^2 + m_b^2 + m_i^2 + m_\phi^2 , \quad (4.19)$$

где  $m_0$  – средняя квадратическая погрешность отметки исходного пункта высотного обоснования;

$m_a$  – средняя квадратическая погрешность отсчета по рейке, установленной на исходном пункте;

$m_b$  – средняя квадратическая погрешность установки рейки на проектный отсчет;

$m_i$  – средняя квадратическая погрешность превышения, обусловленная непараллельностью визирной оси трубы нивелира и оси его цилиндрического уровня;

$m_\phi$  – средняя квадратическая погрешность фиксации проектной отметки.

При тщательной организации работ по выносу отметки погрешность её вынесения удастся свести к 1-2 мм.

#### 4.4 Точность построения межосевых размеров

Построение осей инженерного сооружения на местности проводится с точностью, обеспечивающей собираемость строительных конструкций. При определении точности геодезических разбивочных работ исходными данными служат допуски на изготовление и монтаж строительных конструкций, регламентируемые соответствующими нормативными документами [5].

При жёстком соединении ферм с колоннами в качестве замыкающих звеньев размерных цепей принимаются:

- размер зазора между геометрической осью верха колонны и торцом фермы;
- размер площадки опирания фермы;
- проектное расстояние между осями рельсов.

В случае, если известны не все допуски на производство строительномонтажных работ, следует использовать принцип ничтожно малого влияния погрешностей геодезических построений на точность возведения строительных конструкций, который выражается формулой

$$m_{\text{геод}} = 0,40m_{\text{стр}}, \quad (4.20)$$

где  $m_{\text{геод}}$  – средняя квадратическая погрешность разбивки межосевого размера;

$m_{\text{стр}}$  – суммарная средняя квадратическая погрешность положения строительных конструкций.

В качестве типовой схемы каркаса одноэтажного здания при расчетах точности разбивки межосевых размеров Руководством [5] рекомендуется плоская размерная цепь, состоящая из трёх элементов – двух вертикальных колонн и фермы между ними (см. рис 4.7). За замыкающее звено в этом случае принимается зазор между геометрической осью колонны на её оголовке и торцом перекрытия.

Уравнение погрешностей размерной цепи такого вида будет иметь вид:

$$2m_4^2 = m_1^2 + 2m_2^2 + 2m_3^2 + m_5^2 + m_6^2, \quad (4.21)$$

где  $m_1$  – средняя квадратическая погрешность геодезического построения межосевого размера;

$m_2$  – средняя квадратическая погрешность совмещения оси колонны в нижнем сечении с разбивочной осью;

$m_3$  – средняя квадратическая погрешность положения колонны в вертикальной плоскости;

$m_4$  – средняя квадратическая погрешность положения торца перекрытия относительно оси колонны на её оголовке;

$m_5$  – средняя квадратическая погрешность длины перекрытия;

$m_6$  – средняя квадратическая погрешность вследствие деформационных воздействий.

Точность построения межосевых размеров одноэтажного большепролетного здания, рассчитанная по формуле (4.21), приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Высота колонн, м	Ширина пролётов, м		
	24,0	30,0	36,0
Металлические конструкции			
9,6	1:5000	1:6000	1:7000
10,8	1:5000	1:6000	1:7000
12,6	1:5000	1:6000	1:7000
14,4	1:5000	1:6000	1:7000
16,2	1:5000	1:7000	1:8000
Железобетонные конструкции			
9,6	1:4000	1:5000	1:5000
10,8	1:4000	1:5000	1:6000
12,6	1:5000	1:6000	1:7000
14,4	1:6000	1:7000	1:9000
16,2	1:7000	1:12000	1:15000

Оценить фактическую точность межосевого размера можно с помощью программы Credo. Для этого на точки, закрепляющие положение осей проводят

измерения (рис 4.8), как на съёмочные точки. После чего полученную съёмку уравнивают и получают величины  $m_x$ ,  $m_y$ ,  $m_s$ .

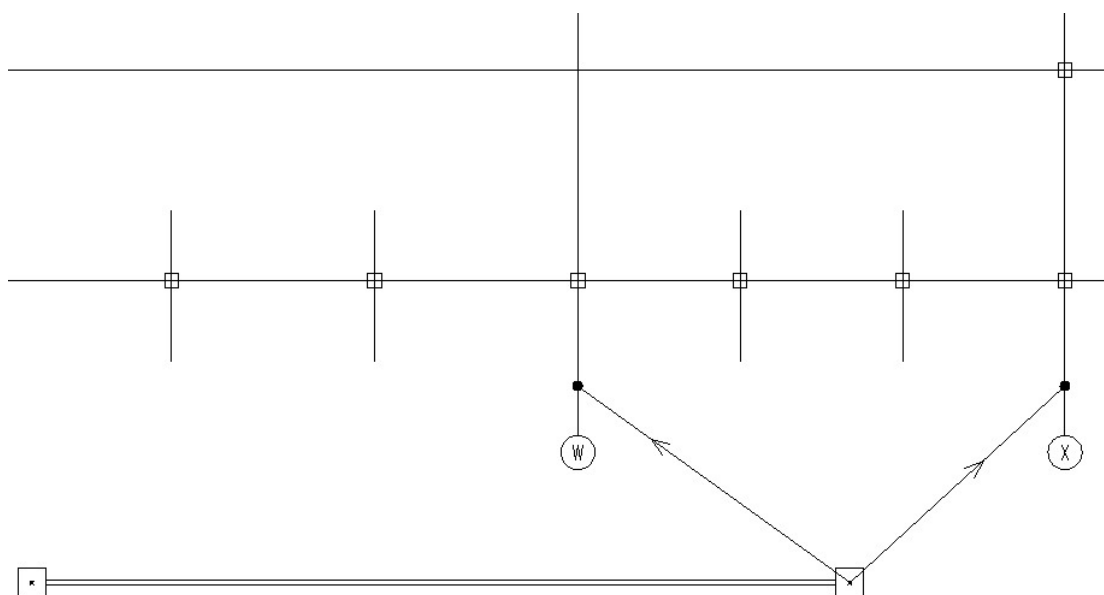


Рис.4.8

Так как в основном на объекте используются железобетонные колонны высотой не более 14 метров, то из таблицы 4.3 можно принять

$$\frac{m_s}{S} = \frac{1}{6000}. \quad (4.22)$$

Учитывая, что в среднем пролет равен  $S=25$  м, получим, что

$$m_s = 4.2 \text{ мм}. \quad (4.23)$$

## 4.5 Порядок и срок сдачи исполнительных съемок

Исполнительные съемки сдаются в 4-х экземплярах:

- а) Для подшивки в документы на сдачу корпуса;
- б) Инспектору технического надзора;
- в) Геодезисту организации, осуществляющей технический надзор;
- г) Авторскому надзору.

Исполнительные съемки сдаются не позднее сроков, указанных в проекте работ.

Исполнительные съемки должны быть подписаны производителем работ, геодезистом, выполнившим съемку, и геодезистом организации, осуществляющей технический надзор.

Исполнительная документация подлежит хранению у застройщика или заказчика до проведения органом государственного строительного надзора итоговой проверки. На время проведения итоговой проверки исполнительная документация передается застройщиком или заказчиком в орган государственного строительного надзора. После выдачи органом государственного строительного надзора заключения о соответствии построенного объекта капитального строительства требованиям технических регламентов (норм и правил), иных нормативных правовых актов и проектной документации исполнительная документация передается застройщику или заказчику на постоянное хранение.

При устройстве котлована выполняют съемки поверхности дна котлована, песчаной подушки, слоя щебеночного основания.

При возведении надземной части здания выполняются съемки планового и высотного положения бетонных поверхностей и элементов здания. Особое внимание следует уделять цоколю здания, куда монтируются мостики для приёма автопоездов.

При строительстве газопровода, канализации, прокладке кабелей осуществляется съемка согласно действующим нормативным актам.

По указанию представителя авторского надзора к вышеупомянутым съемкам могут быть добавлены исполнительные съемки других элементов здания.

Исполнительные съёмки должны быть выполнены с точностью вычисляемой по формуле:

$$m < 0,2 \cdot \delta \quad (4.24)$$

где:  $m$  - средняя квадратическая погрешность измерений;

$\delta$ - допустимое отклонение контролируемого параметра.

## **5 Организационно-экономическая часть**

### **5.1 Организация геодезических работ**

В современном строительстве работа геодезиста является неотъемлемой частью всего строительного процесса. Комплекс работ производимых геодезической службой строительной организации обеспечивает проектное размещение зданий и сооружений на местности, возведение их конструктивных и планировочных элементов в соответствии с геометрическими параметрами проекта и требованиями нормативных документов. Современная геодезическая служба использует многофункциональные электронные лазерные приборы и специальное программное обеспечение для персонального компьютера, которое позволяет использовать электронные чертежи, автоматизировать процесс создания исполнительных схем, облегчить подготовку к разбивочным работам.

Состав геодезических работ непосредственно связан с этапами строительства. Часто от своевременной и правильной выдачи геодезистами данных для строителей зависят сроки самих строительных работ. Так как современное строительство происходит в любое время года и, как часто бывает, в любую погоду, то геодезическая служба обязана функционировать в любое время года. Ошибка геодезиста в расчетах или в измерениях может привести к серьёзному материальному ущербу. Часто бывает, что геодезист имеет возможность обслуживать одновременно несколько объектов.

В условиях строительной площадки время на геодезические работы увеличивается, что связано со стесненностью площадки, складированием материалов, работой подъёмных и погрузочных машин и механизмов, наличии естественных помех для города.

Сегодняшние большие темпы строительства уже не могут быть снижены, так как это приведет к возрастанию накладных расходов и сроков оборачиваемости инвестиций, что, в свою очередь, повысит себестоимость строительной продукции и сократит объёмы её реализации с порождением целого ряда социальных проблем. В связи с этим строительные, а вместе с ними

и геодезические работы могут выполняться в несколько смен, включая ночные работы. Многие виды работ требуют совместного участия геодезистов и монтажников. В этом случае для оптимальной организации работ геодезическая служба осуществляет только начальный и заключительный контроль положения монтируемой конструкции. Контроль всех промежуточных операций монтажники производят с помощью своих измерительных средств (уровни, отвесы, шнуры и т.п.). Такая организация труда увеличивает производительность строительного участка и позволяет геодезистам обслуживать несколько монтажных бригад.

На строительной площадке работы геодезической бригады, также как и при работах не связанных со строительством, разделяют на камеральные и полевые. Для производства камеральных работ необходимо помещение или строительная бытовка с проведенным электричеством (для зарядки аккумуляторов электронных приборов и работы компьютера и принтера, осветительных приборов, а также работы обогревателя в зимнее время и в случае необходимости – бытовой техники для приготовления пищи).

Геодезические работы на строительных и монтажных площадках выполняют по специально разработанному проекту производства геодезических работ.

Перечень элементов конструкций и частей зданий и сооружений, подлежащих геодезическому контролю, методы и порядок проведения контроля следует устанавливать в проекте производства работ или в проекте производства геодезических работ.

## 5.2 Расчёт стоимости работ

Смета является частью договора на выполнение работ. При расчете стоимости в зависимости от вида и состава работ необходимо руководствоваться «Сборником цен и общественно необходимых затрат труда (ОНЗТ) на изготовление проектной и изыскательской продукции землеустройства, земельного кадастра и мониторинга земель» (введен Роскомземом с 01.01 1996 года) и «Справочником базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-геодезические изыскания» (утвержден Госстроем России и введен с 01.01 2004 года).

Как правило, смета на геодезические работы при возведении гражданских зданий включается в общую стоимость строительства. При этом производится расчет амортизации геодезических приборов; используемых расходных материалов, необходимых для выполнения работ. А также учитываются условия выполнения и категории сложности работ.

Ниже приведена смета на выполненные инженерно-геодезические работы на объекте.

## С М Е Т А № 1

на выполнение следующих инженерно-геодезических работ: сопровождение строительства на объекте: "Складской терминал «ФМ-Ложистик»", г.Чехов.

При расчете использованы: Справочник базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-геодезические изыскания, Госстрой России, 2004 г. (СБЦ-2004). Письмо Росстроя от 10.07.2006 года № СК-2843/02 и Сборник цен Роскомзема 1996г. (Приказ 70 от 28.12.95г.), информационный бюллетень №1 1997г., приложения 1, 2.; приказ Росземкадастра от 10.01.03г. №НК / 25. Приказ Минэкономразвития от 11.11.03 г. №337, от 09.11.04 г. №298, от 03.11.05 г. №284

№ п/п	Наименование и характеристика работ	Обоснование стоимости	Объем	Базовая цена	Расчет стоимости (руб.)
1	Разбивка основных осей сооружения (92 шт)	табл.15 п.8-П	92	350	32200
2	Создание плановой опорной сети (7 шт)	табл.8 п.2-П	7	6426	44982
3	Создание высотной опорной сети (7 шт)	табл.8 п.4-П	7	1897	13279
4	Изготовление и установка осевых знаков (92 шт)	табл.9 п.6	92	41	3772
5	Плано-высотная привязка отдельных точек (92 шт)	табл.52	92	111	10212
6	Стоимость переездов на объект и обратно (10000 км)	(п.7 Оу)	10000	18	180000
7	Комплекс инженерно-геодезических изысканий	табл.9 п.6		1600	1600
8	Составление электронных исполнительных схем	п.15(е) Оу		30000	30000
9	Итого полевые работы с учётом:				284445
10	Итого камеральные работы:				31600
11	<b>Итого стоимость в ценах 2001г.:</b>				<b>316045</b>
12	Составление технического отчёта				$316045 \cdot 0,066 = 20858,97$
13	Получение разрешения на производство работ в органах геонадзора				$316045 \cdot 0,05 = 15802,25$
14	<b>Итого с учётом коэффициентов: К-2,19- письмо №СК-2843/02 от 10.07.06 г. Росстроя на Ш кв. 2006г</b>				<b><math>352706,22 \cdot 2,19 = 772426,62</math></b>
15	<b>ИТОГО</b>				<b>772426,62</b>
16	<b>НДС - 18%</b>				<b>139036,79</b>
	<b>ИТОГО с учетом НДС</b>				<b>911463,41</b>

Общая стоимость геодезических работ составит: 911463,41 руб. (девятьсот одиннадцать тысяч четыреста шестьдесят три руб. 41 коп.)

В т.ч. НДС - 139036,79 руб.

Согласовано

Заказчик

Исполнитель

подпись

подпись

### 5.3 Техника безопасности на объекте

При выполнении геодезических работ на строящемся объекте следует руководствоваться правилами техники безопасности изложенными в СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в строительстве» и ведомственных инструкциях.

К производству геодезических работ допускаются лица прошедшие вводный инструктаж и обученные правилам техники безопасности на геодезических и строительных работах, а так же инструктаж по технике безопасности непосредственно на рабочем месте, проведение которых должно оформляться согласно требованиям СНиП 12-03-99.

Рабочие места и проходы к ним, расположенные на перекрытиях, покрытиях на высоте более 1,3 м и на расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте, должны быть ограждены предохранительными или страховочными защитными ограждениями, а при расстоянии более 2м — сигнальными ограждениями, соответствующими требованиям ГОСТ 12.4.059. К работам на высоте допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование в порядке определённом Минздравом.

Нельзя производить геодезические работы вблизи нависших стенок, на краю незакреплённых откосов, вблизи экскаватора во время его работы.

При производстве работ вблизи автодорог необходимо соблюдать меры предосторожности и надеть демаскирующую спецодежду со светоотражающими полосами. Во время тумана, метели, грозы работать на автодорогах запрещается.

В зимнее время, при обогреве грунта или бетона электротоком, линейные измерения следует вести, не допуская касания лентой арматуры находящейся под напряжением.

Перемещение геодезистов с приборами должно осуществляться по лестничным маршам, имеющим ограждения. Лестницы должны быть в ис-

правном состоянии и надежно закреплены. Нельзя ходить по опалубке, если она не укреплена окончательно и не имеет распоров.

При работе геодезистов на монтажном горизонте все проёмы и отверстия должны быть закрыты.

Запрещается выполнять геодезические работы (прекращение работ):

- а. При сильном, порывистом ветре 15 м/с и более;
- б. При сильном снегопаде, дожде, тумане, слабой освещенности и др. условиях, ограничивающих видимость (наличие на площадке мусора, материалов, оборудования мешающих проведению геодезических работ);
- в. Без предохранительных касок и поясов на монтажном горизонте, в зоне монтажа и действия башенного крана;
- г. На проезжей части шоссе и железных дорог;
- д. На строительной площадке при гололедице.

Запрещается оставлять геодезические приборы без надзора на проезжих частях улиц и дорог, а также на монтажном горизонте во время перерывов в работе. Геодезические приборы переносят только в упаковочных ящиках, а штативы, вехи и рейки – в сложенном виде. Острые ножки штатива и заостренный наконечник визирной вехи могут стать источником травмы, а также повредить строительные материалы, например, слой гидроизоляции.

Запрещено работать в зонах погрузки и разгрузки строительных конструкций и оборудования, рядом с подъемными кранами, погрузочными машинами и другими механизмами; во избежание поражения глаз работать вблизи производства электросварки или резки металла необходимо только в защитных очках.

Контроль правильности монтажа несущего каркаса должен производиться с мест, расположенных в стороне от опасных зон, не ближе двойной высоты монтируемого сооружения [6].

Электронный тахеометр генерирует, использует и может излучать радиочастотную энергию и, при установке и использовании не в соответствии с

инструкцией, может создавать нежелательные помехи радиосвязи. Лазерный луч прибора категорически запрещается направлять в глаза – это может привести к поражению зрения.

Камеральную обработку следует выполнять в помещении с хорошим освещением. В случае использования компьютера следует выполнять правила использования электрических приборов. Нарушение правил электробезопасности может привести к тяжелым поражениям электрическим током, вызвать загорание аппаратуры, что может повлечь за собой ожоги различной степени. При обнаружении искрения и при появлении запаха гари следует немедленно прекратить работу, выключить аппаратуру, сообщить об этом инженеру по технике безопасности. Следует нормировать время, проведенное за компьютером. При длительной работе за экраном дисплея отмечается выраженное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб: головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи, руках и др. Также при работе за дисплеем пользователи подвергаются воздействию вредных и опасных факторов производственной среды: электромагнитных полей, статическому электричеству.

Выполнение мероприятий по технике безопасности входит в обязанности руководителя строительной организации. Руководитель строительной организации обязан организовывать ежегодную проверку знаний геодезистами правил техники безопасности. Организации, занимающиеся геодезическими работами, вносят дополнения к типовым инструкциям, исходя из местных условий.

## **Заключение**

В дипломной работе рассмотрены основные виды геодезических работ при строительстве складского терминала – востребованного объекта на рынке недвижимости. Рассмотрен наиболее простой к исполнению в сегодняшних условиях и широко распространенный на современной строительной площадке метод разбивочных работ – способ полярных координат, а также основные принципы для реализации этого метода. Особый акцент делается на необходимости применения в сегодняшних реалиях безотражательных электронных тахеометров, мощных систем автоматизации проектных работ и программ камеральной обработки полевых данных. Причем программная и инструментальная составляющая современной геодезии дополняют друг друга, но никак отсутствие одной из них не исключает возможность использования другой. В дипломной работе приводится схема работы с электронным тахеометром при разбивочных работах на примере прибора фирмы Sokkia, а также дана информация по подготовке данных для выноса в натуру и применению метода полярных координат в реальных условиях строительной площадки. Рассмотрены методы расчетов точности для разбивочных работ, включая вынос высотных отметок и расчетов точности для размерных цепей каркасного здания склада.

## **Список использованных источников**

1 Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений. Учебник для строительных вузов – М.: Высшая школа, 2006. – 446 с.

2 Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия: основные методы и принципы инженерно геодезических работ. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1981. – 438 с.

3 Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Инженерная геодезия. Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.

4 Ключин Е.Б., Михелев Д.Ш., Барков Д.П., Горбенко О.И. и др. Практикум по прикладной геодезии. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1983. – 368 с.

5 Руководство по расчёту точности геодезических работ в промышленном строительстве. – М.: Недра, – 55 с.

6 Левчук Г.П., Новак В.Е., Лебедев Н.Н. Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений. Учебник для вузов. – М.: 1983. – 400 с.

## Приложение А

### Листинг lisp-приложения для фильтрации точек в среде AutoCAD и создания файла формата Sokkia или Leica

```
; Для работы необходимо сохранить файл в текстовом редакторе и изменить расширение на *.lsp
; Отфильтровывает указанные точки и создает файлы формата Sokkia или Leica с
; общей нумерацией в файле и чертеже. Нумерация в чертеже производится на текущем слое.
; Созданный файл имеет имя чертежа и расширение соответственно *.sdr или *.gre и находится в папке
чертежа
; Запрос "Масштаб" необходим для задания высоты текста вставляемого в чертеж
; Запуск: razb
;
```

```
(defun *error* (msg)
  (if (= msg "Function cancelled") (progn
    (if (/= snu_cur nil) (setvar "snapunit" snu_cur))
    (if (/= snm_cur nil) (setvar "snapmode" snm_cur))
    (if (/= osm nil) (setvar "osmode" osm))
    (command "ucs" "W")
    (setvar "UCSICON" 3)
    (if (/= lay_cur nil) (setvar "CLAYER" lay_cur))
    (princ "Привет")
  )
  )
)
```

```
(defun sdrfun (y_pt x_pt n f / stroka pr x y) ; функция записи
  строки в файл в формате Sokkia
  (setq y (rtos y_pt 2 3)
        x (rtos x_pt 2 3))
  (setq pr " ")
  (setq stroka (strcat "08TP" (substr pr 1 (- 16 (strlen n))) n
                      y (substr pr 1 (- 16 (strlen y)))
                      x (substr pr 1 (- 16 (strlen x)))
                      "0.000" (substr pr 1 11) pr))
  (write-line stroka f)
)
```

```
(defun grefun (y1 x1 n f / x y pr a1 stroka) ; функция записи
  строки в файл в формате Leica
  (setq x (rtos (* x1 1000) 2 0)
        y (rtos (* y1 1000) 2 0))
  (setq pr "+00000000"
        a1 "110000")
  (setq stroka (strcat (substr a1 1 (- 6 (strlen n))) n
                      (substr pr 1 (- 9 (strlen n))) n
                      " 81..10" (substr pr 1 (- 9 (strlen x))) x
                      " 82..10" (substr pr 1 (- 9 (strlen y))) y
                      " 83..10" pr " "))
  (write-line stroka f)
)
```

```
(defun c:razb(/ per fr ras mb fname count osm z_pt h_txt fil lst pl nm nm_ok nr nr_t ins_pt x_pt y_pt)
  (setvar "cmdecho" 0)
  (setq per 0)
  (while (< per 1)
    (setq fr (getstring "Выберите формат записи : Sokkia/Leica <S>"))
    (if (or (equal fr "S")(equal fr "s")(= fr "")) ; если "S"
```

```

(progn
  (setq ras "sdr")
  (setq per 1)
  (if (or (equal fr "L")(equal fr "I")) ; если "L"
    (progn
      (setq ras "gre")
      (setq per 1)
      (progn ; если иной ввод
        (print "Неверный ввод. Попробуйте еще раз")
        (setq per 0)
        )
      )
    )
  (setq mb (getstring "Введите знаменатель масштаба для печати <500>")) ; Определение
масштаба печати
  (if (= mb "")
    (setq mb "500"))
  (setq mb (atof mb))

  (setq fname (getvar "DWGNAME")
    osm (getvar "osm"))
  (setvar "osMODE" 0)
  (setq fname (strcat (substr fname 1 (- (strlen fname) 3)) ras))
  ;(print fname)
  (setq fil (open fname "w"))
  (setq lst (ssget)
    count 0
    nr 0)
  (if (/= lst nil)
    (while (< count (sslength lst))
      (setq pts (entget (setq p1 (ssname lst count)))
        nm (assoc 0 pts)
        nm_ok (cons 0 "POINT"))
      (if (equal nm nm_ok)
        (progn
          (setq nr (+ 1 nr)
            nr_t (rtos nr 2 0)
            ins_pt (cdr (setq iii (assoc 10 pts)))
            y_pt (cadr ins_pt)
            x_pt (car ins_pt)
            z_pt (caddr ins_pt)
            h_txt (* 0.0016 mb))

          (cond
            ((= ras "sdr") (sdrfun y_pt x_pt nr_t fil))
            ((= ras "gre") (grefun y_pt x_pt nr_t fil))
            )
          (setq x_pt (+ x_pt (* 0.2 h_txt)))
          (command "text" (list x_pt y_pt) h_txt "" nr_t)
          )
          )
      (setq count (+ 1 count))
    )
  )
  (cond
    ((= ras "sdr") (write-line " 00000" fil))
    (close fil)
    (setvar "osMODE" osm)
    (setvar "cmdecho" 1)
  )
)

```