

$$F(y_1, y_2 \dots y_n) = r_{y_1} + \int_{-\infty}^{y_1+x} q(y_1+x-B_1) \varphi(B_1) \partial B_1 +$$

$$+ \int_{y_1+x}^{\infty} p(B_1-y-x) \varphi(B_1) \partial B_1 + \dots + \delta^{n-1} [r(y_n - y_{n-1}) +$$

$$+ \int_{-\infty}^{y_n+x} (y_n+x-B_n) \varphi_n(B_n) \partial B_n + \int_{y_n+x}^{\infty} p(B_n-y_n-x) \varphi_n(B_n) \partial B_n]. \quad (1.9)$$

Применяя для функций стоимости линейный закон, мы получим:  
 $Q(y) = u \cdot y; p(y) = \lambda \cdot y; r(y) = C \cdot y,$  (1.10)

где  $u$  – затраты на хранение единицы запасов,  $\lambda$  – убыток от недостатка единицы запасов,  $C$  – затраты на поставку единицы запасов.

Взяв частные производные функции  $F(y_1, y_2 \dots y_n)$  по каждому из  $y_i$  и приравняв их к нулю, мы получаем минимум функции  $F(y_1, y_2 \dots y_n)$ , выполняемый при условии:

$$\int_{-\infty}^{y_n+x} \varphi_i(B_n) \partial B_n = \frac{\lambda - \kappa}{u + \lambda} \quad (1.11)$$

Уравнение (1.11) дает нам возможность, используя статистические методы выбрать оптимальную политику управления запасами, заключающуюся в следующем:

- 1) в случае, если на начало  $i$ -го периода запас материала больше, чем  $y_i+x$ , то дефицит материала нам не грозит;
- 2) в случае, если на начало  $i$ -го периода запас материала меньше, чем  $y_i+x$ , то срочно необходимо заказывать ( $y_i+x$ ) материала.

При использовании  $\sigma_i$  – среднего квадратичного отклонения и  $m_i$  – математического ожидания формула (1.11) имеет вид:

$$\varphi_i(B_i) = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \varepsilon^{-\frac{(B_i - m_i)^2}{2\sigma_i^2}} \quad (1.12)$$

Определив  $\sigma_i$  и  $m_i$ , а также зная величины  $\lambda, u, C, \delta$  для каждого материала, можно определить среднюю величину заказываемого материала.

Используя возможности математической системы MathCad11, мы можем рассчитать тот уровень запасов, который должен быть на начало периода, что позволит нам спрогнозировать ситуацию дефицита материалов. В результате расчетов мы получили, исходя их имеющихся данных по стали арматурной, что её запасы, обеспечивающие бесперебойный производственный процесс, должны составлять на начало января – 1400 кг, февраля – 1233 кг, марта – 1192кг. Если поступление и расход по указанным периодам не обеспечивает наличие необходимого количества на начало каждого месяца, это предполагает создание ситуации дефицита запаса.

**Заключение.** Предложенные алгоритмы расчета позволяют рассчитать потери предприятия от основного производства при нехватке запасов интересующего материала, а также потери при хранении большего числа запасов. Применение данной модели позволит принимать оптимальные управленческие решения по вопросам воспроизводства материальных ресурсов, а также позволит высвободить часть оборотных активов и использовать их с большей пользой для предприятия.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бизнес-план на 2008 год по филиалу «Завод ЖБК» ОАО «Стройтрест №8» г. Брест.
2. Технологическая карта на плиты перекрытий железобетонные многоспустотные для зданий и сооружений ТК-3-03. - Министерство архитектуры и строительства РБ, 2003.
3. Логистика: учеб. пособие / И.М. Баско, В.А. Бороденя, О.И. Карпенко и др.; под ред. д.э.н, профессора И.И. Полещук. – Мн.: БГЭУ, 2007.
4. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: Учебник для вузов. – М.: Банки и Биржи, ЮНИТИ, 1997.
5. Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учеб. / Под ред. В.В. Трофимова: 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2007.

Материал поступил в редакцию 22.01.09

#### KUHAN S.F., RADCHUK A.P. Management of material resources at the enterprises of the building industry

It is considered problems connected with traffic control of material resources at the modern enterprises of building branch. The condition of the basic streams of management of the enterprise is analyzed. The economic situation is modelled and the hypothesis about possibility of optimisation of a parity between losses from the basic manufacture is put forward at shortage of stocks and losses from purchase and storage of a significant amount of stocks.

УДК 528.063

**Синякина Н.В., Крейда Н.Н.**

### ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕОБХОДИМОЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В ОПОРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЯХ, ВЫПОЛНЕННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ СТАДИЯМИ ПОСТРОЕНИЯ, УРАВНЕННЫХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

**Введение.** На территории любого промышленного городского либо специального назначения строительного объекта первым этапом создается плановое и высотное геодезическое обоснование. Для выполнения геодезических работ по выносу на местность сооружений и контролю строительно-монтажных работ опорная сеть (геодезическая основа) должна соответствовать требованиям к точности взаимного положения главных осей сооружения.

На точность вынесения в проектное положение отдельных элементов сооружений инженерных коммуникаций влияют погрешности разбивочных работ и погрешности исходных данных, т.е. погрешности координатной сети.

Отметим, что вопрос назначения точности построения опорной

сети зависит от технологических требований и временных факторов строительства, эксплуатации возводимых сооружений.

Точность геодезической основы (опорной сети) в большинстве случаев рассчитывается исходя из двух условий:

1. Удовлетворение точности разбивочных работ (вынос на местность и монтаж).
2. Обеспечение точности топографических съемок.

В этом случае критерии точности разные. Для съемочных работ критерием точности является погрешность положения пункта в наиболее слабом месте опорной сети, а при разбивочных работах – погрешности взаимного положения пунктов и направлений, от которых производятся разбивки сооружений в едином строительном объекте.

**Крейда Николай Николаевич**, инженер-геодезист ОАО «МИНСКПРОМСТРОЙ».

**Синякина Наталья Васильевна**, доцент кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Ввиду разных критериев и назначений точности рассмотрим создание опорных геодезических сетей, выполненных последовательными стадиями построения, и проанализируем назначенные необходимые точности измерений в последней стадии с учетом исходных данных предыдущей.

Вопросы определения точности измерений в геодезических сетях, выполняемых последовательными стадиями построений, в том или ином аспекте представлены в работах [1,2,3,4]. Так в справочном пособии [2] наиболее полно обобщены и приведены основные положения общей теории уравнивания в геодезии, а в работе [3] излагается один из возможных подходов к решению этого вопроса. В [3] показано, что при уравнивании геодезических сетей параметрическим способом с учетом погрешностей исходных данных корреляционная матрица уравненного вектора может быть представлена в следующем виде:

$$K = \sigma_0^2 Q, \quad (1)$$

где

$$Q = N_{11}^{-1} + (N_{11}^{-1} \cdot N_{12}) [N_{22} \cdot 1]^{-1} (N_{11}^{-1} \cdot N_{12})^T, \quad (2)$$

$$N_{11} = A^T Q^{-1} A, \quad (3)$$

$$N_{12} = A^T Q_1^{-1} B, \quad (4)$$

здесь  $A$  – матрица коэффициентов нормальных уравнений;

$B$  – вектор свободных членов,

$$[N_{22} \cdot 1] = N_{22} - (N_{11}^{-1} N_{12}) N_{12}. \quad (5)$$

в свою очередь,

$$N_{22} = Q_2^{-1} + B^T Q_1^{-1} B, \quad (6)$$

$Q_1$  – матрица весовых коэффициентов вектора измерений;

$Q_2$  – матрица весовых коэффициентов вектора исходных данных.

Исходные данные можно считать безошибочными, как в частной системе координат, если элементы матрицы вектора исходных данных удовлетворяют условию [1].

$$\{Q_2\}_{ii} \leq \left\{ (N_{22} - B^T Q_1^{-1} B)^{-1} \right\}_{ii}, \quad (7)$$

где

$$N_{22} = \left[ 0.1 N_{21}^+ N_{11} (N_{21}^+)^T \right]_+^{-1} (N_{11}^{-1} N_{12})^T N_{12}, \quad (8)$$

$N_{21}^+$  – левая псевдообратная матрица.

После преобразований с учетом того, что сеть уравнивается параметрическим способом и назначения точности исходных данных задается критерием «ничтожных погрешностей» [2], получим

$$N_{22} = 11 N_{12}^T \cdot N_{11}^{-1} N_{12}. \quad (9)$$

При определении необходимой точности измерений в опорных сетях созданных последовательными стадиями построения, рассмотрим наиболее приемлемую на территории строительства сеть, выполненную двумя последовательными стадиями построения.

При создании геодезической сети двумя последовательными стадиями построения корреляционная матрица уравненного вектора в сети первой стадии построения примет вид:

$$K = \sigma_1^2 Q_1. \quad (10)$$

где

$$Q_1 = (N_{11}^{-1})_1. \quad (11)$$

Часть элементов уравненного вектора сети первой стадии построения служит исходными данными для сети второй стадии.

Представим корреляционную матрицу исходных данных в следующем виде

$$K_{i,2} = \sigma_i^2 Q_{i,2}, \quad (12)$$

где  $\sigma_i^2$  – математическая дисперсия единицы веса;

$Q_{i,2}$  – матрица весовых коэффициентов вектора исходных данных.

Исходные данные в сети второй стадии построения можно считать безошибочными, если выполняется условие формулы (7). На основании формул (7), (9), (10), (11), (12) получим неравенство:

$$\left\{ \sigma_i^2 Q_{i,2} \right\}_{ii} \leq \left\{ \sigma_{ii}^2 (N_{22} - B^T Q_{ii,1} B)_{ii}^{-1} \right\}_{ii}, \quad (13)$$

которое дает возможность решить задачу о необходимом соотношении точности геодезических измерений в опорных сетях, созданных двумя последовательными стадиями при условии, что уравнивание будет выполнено параметрическим способом. Для этого на основании полученного неравенства (13) определим

$$\sigma_i^2 Q_{i,2} = \sigma_{ii}^2 (N_{22} - B^T Q_{ii,1} B)_{ii}^{-1}, \quad (14)$$

откуда получим следующее соотношение

$$\left\{ \frac{\sigma_i^2}{\sigma_{ii}^2} E \right\} \geq \left\{ Q_{i,2} (N_{22} - B^T Q_{ii,1} B)_{ii} \right\}_{ii}. \quad (15)$$

Рассмотрим пример в виде геодезического углового построения в две стадии, где измерены горизонтальные углы (рис 1). Требуется определить соотношение необходимой точности измерений в сетях первой и второй стадий построения, если для определения направлений  $\alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3$  были измерены при первой стадии горизонтальные углы  $\beta'_1, \beta'_2, \beta'_3, \beta'_4$  и при второй стадии построения  $\beta''_1, \beta''_2, \beta''_3, \beta''_4$  (рис. 1).

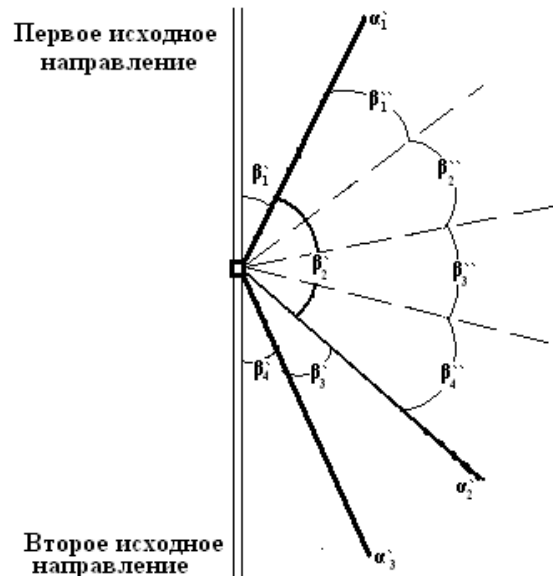


Рис. 1. Геодезическое угловое построение, выполненное в две стадии

Исходные данные первого и второго направления примем за безошибочные. Для сети первой стадии построения имеем:

$$A = \begin{pmatrix} +1 & 0 & 0 \\ -1 & +1 & 0 \\ 0 & -1 & +1 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & +1 \end{pmatrix};$$

$$Q = \begin{pmatrix} +1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & +1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & +1 \end{pmatrix},$$

откуда

$$N_{11} = \begin{pmatrix} +2 & -1 & 0 \\ -1 & +2 & -1 \\ 0 & -1 & +2 \end{pmatrix} \text{ и } N_{11}^{-1} = \begin{pmatrix} +0,75 & +0,50 & +0,25 \\ +0,50 & +1,00 & +0,50 \\ +0,25 & +0,50 & +0,75 \end{pmatrix}.$$

следовательно,

$$Q_{1,2} = \begin{pmatrix} +0,75 & +0,50 \\ +0,50 & +1,00 \end{pmatrix}.$$

Для сетей второй стадии построения для нашего примера, имеем

$$A = \begin{pmatrix} +1 & 0 & 0 \\ -1 & +1 & 0 \\ 0 & -1 & +1 \\ 0 & 0 & -0 \end{pmatrix}; N_{11} = \begin{pmatrix} +2 & -1 & 0 \\ -1 & +2 & -1 \\ 0 & -1 & +2 \end{pmatrix};$$

$$Q_1 = \begin{pmatrix} +1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & +1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & +1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & +1 \end{pmatrix};$$

$$N_{11} = \begin{pmatrix} +2 & -1 & 0 \\ -1 & +2 & -1 \\ 0 & -1 & +2 \end{pmatrix}; N_{1,2} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Откуда по формуле (9) получим

$$N_{22} = \begin{pmatrix} 8,2 & +2,8 \\ +2,8 & +8,2 \end{pmatrix} \text{ и } (N_{22} - B^T Q_1^{-1} B)_{ii} = \begin{pmatrix} +7,2 & +5,7 \\ +2,8 & +8,6 \end{pmatrix}.$$

И согласно (14) получим

$$Q_{1,2} (N_{22} - B^T Q_1^{-1} B)_{ii} = \begin{pmatrix} +6,8 & +5,7 \\ +6,4 & +8,6 \end{pmatrix}.$$

Выбрав наибольшее значение диагонального коэффициента 8,6, вычислим согласно (15)

$$\frac{\sigma_{ii}}{\sigma_i} \leq 2,93.$$

Такой подход к определению значения  $\frac{\sigma_{ii}}{\sigma_i}$ , когда не принима-

ются во внимание значения других диагональных коэффициентов, может в отдельных случаях (сложных геометрических сетях) привести к тому, что влияние погрешностей исходных данных в сети второй стадии построения, возможно, будет несколько превышать установленный критерий по максимальному значению диагонального элемента. В свою очередь использование для определения отношения  $\sigma_{ii}$  и  $\sigma_i$  наибольшего значения диагонального элемента создает некоторый запас точности.

Для проверки наших рассуждений выполним уравнивание геодезической сети, представленной на (рис.1) по способу наименьших квадратов параметрическим способом, приняв соотношение между средними квадратическими погрешностями измерений в сетях второй и первой стадией построения, равным 2,9.

При уравнивании сетей первой стадии получим

$$Q_{1,2} = \begin{pmatrix} +0,75 & +0,50 \\ +0,50 & +1,00 \end{pmatrix},$$

откуда вычислим  $m\alpha_i = m_{\beta i} \sqrt{0,75}$ ;  $m_{\alpha ii} = m_{\beta i}$ .

При уравнивании сетей второй стадии построения без учета корреляционной зависимости между исходными данными будем иметь

$$Q_2^{-1} = \begin{pmatrix} -11,5 & 0 \\ 0 & +8,6 \end{pmatrix}.$$

В этом случае матрица коэффициентов уравненного вектора X примет вид

$$Q_x = \begin{pmatrix} +0,75 & +0,50 & +0,25 \\ +0,50 & +1,00 & +0,50 \\ +0,25 & +0,50 & +0,75 \end{pmatrix}_I + \begin{pmatrix} +0,05 & +0,05 & +0,03 \\ +0,05 & +0,05 & +0,05 \\ +0,03 & +0,04 & +0,07 \end{pmatrix}_I.$$

Из этого видно, что коэффициент второго слагаемого матрицы  $Q_x$  не превосходит установленного допуска, то есть величины, равной 0,1 от соответствующих коэффициентов первого слагаемого.

**Заключение.** Следовательно, можно сделать вывод, что влияние погрешностей исходных данных при уравнивании сети второй стадии построения параметрическим способом будет пренебрегаемо малым, если соотношение между средними квадратическими погрешностями измерения горизонтальных углов в сетях второй и первой стадий будет больше величины 2,9.

Таким образом, на основании формулы (14) можно решить задачу о необходимой точности геодезических измерений в опорных сетях, выполненных последовательными стадиями построения.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Снякина Н.В. К вопросу о точности инженерно-геодезических сетей. Межвузовский сборник научных трудов. Совершенствование методов инженерно-геодезических работ. - Новосибирск, 1981. - С. 111-114.
2. Большаков В.Д., Маркузе Ю.И., Голубев В.В. Уравнивание геодезических построений. - М.: Недра, 1989 - 404 с.
3. Большаков В.Д., Маркузе Ю.И. К вопросу проектирования геодезических сетей в несколько стадий. - М.: Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - №5, 1982. - С. 5-13
4. Мицкевич, В.И., Снякина Н.В. Алгоритм и программа исследования влияния ошибок округления коэффициентов и свободных членов уравнений поправок при уравнивании плановых геодезических сетей. ДЕП.ВИНИТИ № 4475-84, 1984 - 16с.

Материал поступил в редакцию 04.02.09

#### SINIYAKINA N.V., KREIDA N.N. About the estimation of the desired precision of the measurements in the basic geodetic network which were performed by the successive stages of the creation and were equalized by the parameter mode

The formula for fixing the desired precision of the geodetic measurements in the basic geodetic network, which were performed by the successive stages of the creation, was proposed in the article. For calculations of the precision of the measurements, the equalization and mathematical treatment of the geodetic basic network, when investigations had being made, were calculated by the parameter mode subject to the errors of the initial data.