

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРОВ РУСЛОВЫХ ОПОР ОБСКОГО МОСТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Б.Ф. Азаров

*В статье описан способ определения фактического положения центров фундаментов русловых опор Обского моста в г.Барнауле. Дано теоретическое обоснование способа и выполнена оценка точности определения положения характерных точек опор. Приведены формулы для вычисления координат центров опор моста и получены формулы для оценки точности вычисления координат точки из решения створной засечки. Показана возможность расчета продольных и поперечных смещений центров опор по разностям фактических и проектных значений их координат.*

*Ключевые слова: мост, опора, геодезические измерения, оценка точности.*

Одной из задач геодезического обеспечения строительства является определение отклонения фактического положения строительных конструкций возводимого сооружения от проектного. Это означает выполнение исполнительной съемки этих конструкций, или определение фактического планового и высотного положения характерных точек конструкций и сравнение их с проектными значениями. На практике довольно часто имеет место ситуация, когда для характерных точек конструкций, проектное положение которых задано, их фактическое положение не может быть определено непосредственно из геодезических измерений. Другими словами, видимость на эти точки может быть закрыта конструкциями сооружения, либо точки недоступны для установки на них специальных приспособлений для производства геодезических измерений (визирных марок, вех с отражателями и т.п.). Ниже рассматривается способ определения фактического положения

центров фундаментов опор Обского моста в г. Барнауле, расположенных в русле р. Оби (рисунок 1), при выполнении их исполнительной съемки.

В связи с тем, что после завершения работ по строительству моста центры фундаментов его опор недоступны для непосредственных измерений, определение координат центров опор возможно лишь косвенным путем. Это означает, что предварительно должна быть создана точная геодезическая основа, с пунктов которой может быть выполнено координирование характерных точек опор. По координатам характерных точек могут быть рассчитаны фактические координаты центров опор. Далее, имея данные о проектном положении центров опор, можно сравнить фактические координаты с проектными и тем самым решить задачу исполнительной съемки.

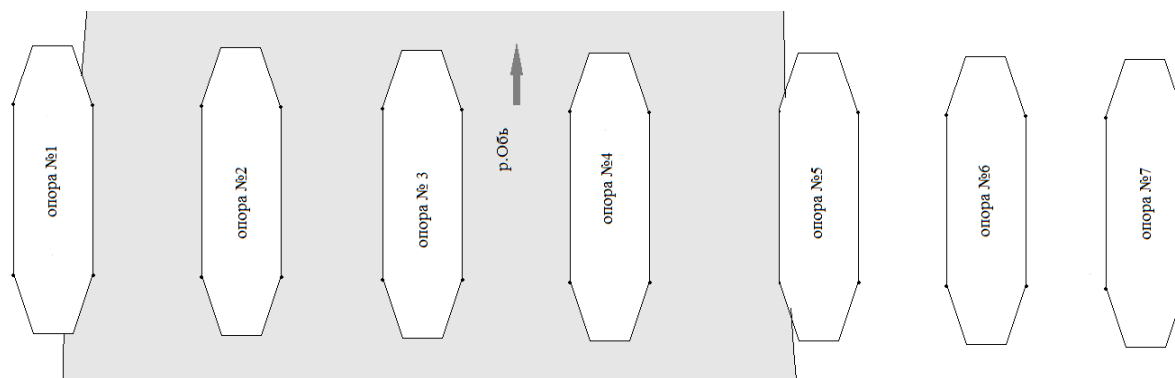


Рисунок 1 – Русловые опоры Обского моста

Предварительно должны быть сформулированы требования к точности геодезической основы и к точности производства геодезических наблюдений, которые в свою очередь определяются нормативными требованиями к точности определения положения центров опор моста. Требования к точности определения координат центров опор можно установить, исходя из предельно допустимой погрешности  $\Delta_{пред}$ , задаваемой данными таблицы 2.8 Инструкции [1]. Согласно этим данным, предельная погрешность определения центров опор Обского моста, длина пролета которого составляет 126 м [2], не должна превышать 35 мм.

В качестве геодезической основы для координирования характерных точек опор использовалась опорная геодезическая сеть (ОГС), созданная для осуществления геодезического мониторинга Обского моста [3]. Фактические координаты центров опор предлагаются определять из створной засечки (рисунок 2)

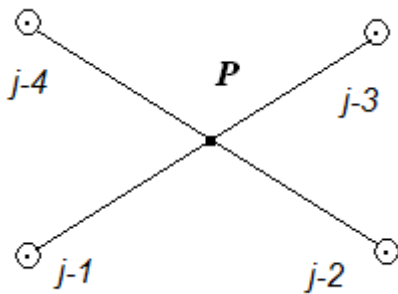


Рисунок 2 – Схема створной засечки центров опор моста: j - № опоры; 1, 2, 3, 4 – характерные точки опоры; P – определяемая точка (центр опоры)

Координаты искомой точки пересечения створов могут быть найдены по формулам [4]

$$x_p = x_1 + R \cdot (x_3 - x_1); y_p = y_1 + R \cdot (y_3 - y_1), \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{где } R = & \{(x_4 - x_2)(y_2 - y_1) - (y_4 - y_2)(x_2 - x_1)\} / \{(x_4 - x_2)(y_3 - y_1) - \\ & - (y_4 - y_2)(x_3 - x_1)\} \text{ или} \\ R = & (\Delta x_{24} \Delta y_{12} - \Delta y_{24} \Delta x_{12}) / \\ & / (\Delta x_{24} \Delta y_{13} - \Delta y_{24} \Delta x_{13}) = A/B. \end{aligned} \quad (2)$$

Погрешность определения положения точки из створной засечки

$$M_p = (m_{xp}^2 + m_{yp}^2)^{1/2}, \quad (3)$$

где, согласно (1),

$$\begin{aligned} m_{xp}^2 &= m_{x1}^2 + \Delta x_{13}^2 m_R^2 + R^2 m_{\Delta x_{13}}^2; \\ m_{yp}^2 &= m_{y1}^2 + \Delta y_{13}^2 m_R^2 + R^2 m_{\Delta y_{13}}^2. \end{aligned}$$

Полагая средние квадратические ошибки (СКО) определения координат т.т.1-4 одинаковыми как между собой, так и по координатным осям, и принимая их равными  $m$ , получим

$$\begin{aligned} m_{xp}^2 &= m^2 + \Delta x_{13}^2 m_R^2 + 2R^2 m^2; \\ m_{yp}^2 &= m^2 + \Delta y_{13}^2 m_R^2 + 2R^2 m^2 \text{ и} \\ M_p^2 &= 2m^2(1 + 2R^2) + S_{13}^2 m_R^2. \end{aligned} \quad (4)$$

С учетом того, что  $R = A/B$ , путем несложных преобразований получим выражение для  $m_R^2$

$$\begin{aligned} m_R^2 &= (m_A^2 B^2 + m_B^2 A^2) / B^4, \\ \text{где } A &= \Delta x_{24} \Delta y_{12} - \Delta y_{24} \Delta x_{12}; \\ B &= \Delta x_{24} \Delta y_{13} - \Delta y_{24} \Delta x_{13}. \end{aligned}$$

Соответственно,  $m_A^2 = 2m^2 (S_{12}^2 + S_{24}^2)$ ;  
 $m_B^2 = 2m^2 (S_{13}^2 + S_{24}^2)$ .

С учетом этого имеем

$$m_R^2 = 2m^2 \{ S_{12}^2 + S_{24}^2 + (S_{13}^2 + S_{24}^2) R^2 \} / B^2.$$

Окончательно, подставив полученные выражения в формулу (4), получим для квадрата СКО положения точки пересечения створов P

$$M_p^2 = 2m^2 [1 + 2R^2 + \{ S_{12}^2 + S_{24}^2 + (S_{13}^2 + S_{24}^2) R^2 \} / B^2]. \quad (5)$$

Принимая  $m = 20$  мм,  $S_{12} = 25$  м,  $S_{24} = S_{13} = 25,5$  м и  $R \approx 0,5$ , пренебрегая третьим слагаемым в квадратных скобках в виду его малой величины, получим  $M_p = 35$  мм. Таким образом, СКО определения положения характерных точек русловых опор должна составлять порядка 20 мм.

Для координирования характерных точек опор №№ 5, 6, 7 Обского моста, расположенных в пойме р. Оби на правом берегу, в качестве геодезической основы можно использовать точки полигонометрического хода, а также способы угловой и полярной засечки с пунктов ОГС или точек полигонометрического хода. Такой ход должен опираться на пункты ОГС, СКО положения которых должна быть не хуже 3-5 мм. Стороны хода следует измерять светодальномером с абсолютной ошибкой  $m_S = 5-10$  мм, горизонтальные углы – с СКО  $m_\beta = 5''$  при числе сторон в ходе  $n$  не бо-

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРОВ РУСЛОВЫХ ОПОР ОБСКОГО МОСТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

лее 5 и длине хода  $\sum S$  в пределах 0.3 км (для хода на правом берегу) и в пределах 1.5 км (для хода, прокладываемого по обоим берегам). В этом случае, согласно [5], ожидаемая погрешность конечной точки хода может быть вычислена по формуле

$$M = [n \cdot m_s^2 + (m_\beta \cdot \sum S / \rho)^2 \cdot (n+3) / 12]^{1/2}.$$

Подставляя приведенные выше числовые значения характеристик хода, получим для правобережного хода №1 среднее значение  $M \approx 14$  мм. Для хода №2, проложенного по обоим берегам, среднее значение  $M \approx 16$  мм. Фактически при создании обоснования для координирования характерных точек опор прокладывались ходы с меньшим числом сторон (рисунок 3). Преподсказание точности для этих ходов дал среднее значение  $M \approx 13$  мм.

Квадрат СКО определения положения координируемой точки опоры равен

$$m_o^2 = m_{исх}^2 + m_{пво}^2 + m_{зас}^2, \quad (6)$$

где  $m_{исх}$ ,  $m_{пво}$  – СКО определения положения пунктов ОГС и плано-высотного обоснования соответственно;  $m_{зас}$  – СКО определения

положения координируемой точки полярной или угловой засечкой.

СКО положения координируемой точки полярной засечкой можно рассчитать по формуле

$$m_{пз} = [m_d^2 + (d \cdot m_\beta / \rho)^2]^{1/2}, \quad (7)$$

где  $d$  – расстояние от прибора до координируемой точки,  $m_d$ ,  $m_\beta$  – СКО измерения расстояния и горизонтального угла соответственно. Принимая  $d$  равным 300-350 м,  $m_d = 10$  мм,  $m_\beta = 5''$ , получим  $m_{пз} = 12 \div 13$  мм. Полагая  $m_{исх} = 5$  мм,  $m_{пво} = 15$  мм,  $m_{пз} = 13$  мм, получим  $m_o = 20$  мм.

СКО положения координируемой точки из однократной угловой засечки можно рассчитать по формуле [4]

$$m_{уз}^2 = m_{рисх}^2 + m_{изм}^2,$$

где  $m_{изм}$  – СКО положения определяемой точки из-за ошибки измерений

$$m_{изм} = (S_{AP}^2 + S_{BP}^2)^{1/2} \cdot m_\beta \cdot (\rho \cdot \sin t)^{-1},$$

где  $S_{AP}$ ,  $S_{BP}$  – расстояния от точек стояния прибора А и В до определяемой точки Р;  $t$  – угол при засечке (рисунок 4).

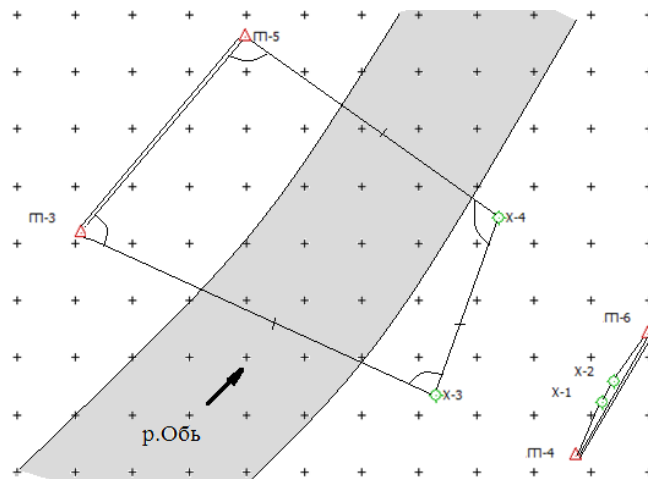


Рисунок 3 – Схема плано-высотного обоснования для координирования опор

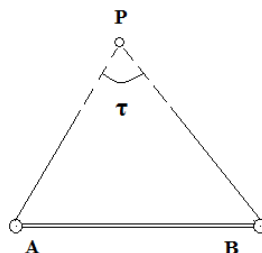


Рисунок 4 – Однократная угловая засечка

СКО исходных пунктов, с которых выполняется угловая засечка, можно вычислить по формуле [4]

$$m_{\text{Рисх}} = S^{-1}_{\text{AB}} \cdot (m^2_{\text{A}} \cdot S^2_{\text{AP}} + m^2_{\text{B}} \cdot S^2_{\text{BP}})^{1/2}.$$

Принимая  $m_{\text{A}} = m_{\text{B}} = m_{\text{исх}}$ , получим

$$m_{\text{Рисх}} = m_{\text{исх}} \cdot S^{-1}_{\text{AB}} \cdot (S^2_{\text{AP}} + S^2_{\text{BP}})^{1/2}.$$

Окончательно для СКО положения характерной точки имеем

$$m_{\text{уз}} = \{(S^2_{\text{AP}} + S^2_{\text{BP}}) \cdot [S^{-2}_{\text{AB}} \cdot m^2_{\text{исх}} + m_{\beta} / (\rho \cdot \sin \tau)^2]\}^{1/2}. \quad (8)$$

В качестве исходных пунктов для выполнения координирования точек опор №№ 1, 2, 3, 4 угловой засечкой можно принять 1) пункты ОГС ГП-3Б и ГП-5, расположенные на левом берегу и 2) точки плано-высотной основы X-3, X-4 (полигонометрического хода №2), расположенные на правом берегу. В этом случае расстояния  $S_{\text{AP}}$ ,  $S_{\text{BP}}$  составят от 250 до 540 м для 1-го варианта при величине базиса  $S_{\text{AB}} \approx 450$  м и от 230 до 580 м для 2-го варианта при величине базиса  $S_{\text{AB}} \approx 330$  м. Угол при засечке будет лежать в пределах от 30 до 150°. Для 1-го варианта  $m_{\text{исх}} = 5$  мм,  $m_{\text{Рисх}}$  составит от 4 до 8 мм и  $m_{\text{изм}}$  составит от 17 до 37 мм при  $m_{\beta} = 5''$  и от 8 до 18 мм при  $m_{\beta} = 2,5''$ . Для 2-го варианта  $m_{\text{изм}}$  составит от 16 до 40 мм при  $m_{\beta} = 5''$  и от 8 до 20 мм при  $m_{\beta} = 2,5''$ .

Принимая для 2-го варианта  $m_{\text{исх}} = m_{\text{пво}} = 10 \div 15$  мм, исходя из того что СКО определения положения характерных точек русловых опор должна составлять порядка 20 мм, получим для  $m_{\text{изм}} \approx 13 \div 17$  мм, или в среднем 15 мм.

Таким образом, для обеспечения точности координирования угловой засечкой как с пунктов ОГС, так и с точек плано-высотного обоснования с СКО  $\pm 20$  мм точность угловых измерений для удаленных точек опор №№ 1, 2, 3, 4 должна быть не хуже  $\pm 2,5''$ .

Для координирования характерных точек опор №№ 5,6,7 на правом берегу между пунктами ОГС ГП-4Б и ГП-6Б был проложен полигонометрический ход №1. Схема хода представлена на рисунке 5. Углы и стороны измерялись электронным тахеометром двумя приемами с СКО угловых измерений  $\pm 5''$  и СКО измерения линий  $\pm (2 \text{ мм} + 2 \text{ мм на } 1 \text{ км})$ . Угловая невязка в ходе составила  $+4''$  при допустимой  $\pm 10''$  и относительная ошибка слабой стороны составила 1:9200 при допустимой 1:5000 (для полигонометрии 2 разряда). СКО положения точек X-1 и X-2 из уравнивания составила  $\pm 5$  мм.

Вычислительная обработка хода велась по программе RGS версия 7.0.

С точек X-1 и X-2 полярной засечкой было выполнено определение координат и высот характерных точек опор №№ 5, 6, 7.

Для координирования характерных точек русловых опор №№ 1,2,3,4 на обоих берегах р.Оби между пунктами ОГС ГП-5 и ГП-3Б был проложен полигонометрический ход №2. Схема хода представлена на рисунке 6. Углы и стороны измерялись электронным тахеометром двумя приемами с СКО угловых измерений  $\pm 5''$  и СКО измерения сторон  $\pm (2 \text{ мм} + 2 \text{ мм на } 1 \text{ км})$ . Угловая невязка в ходе составила  $-3''$  при допустимой  $\pm 3''$  и относительная ошибка слабой стороны составила 1:140000 при допустимой 1:25000 (для полигонометрии 4 класса). СКО положения точек X-3 и X-4 из уравнивания составили  $\pm 4 \div 5$  мм. Вычислительная обработка хода выполнялась по программе RGS версия 7.0.

С точек X-3 и X-4 и пунктов ОГС ГП-3Б и ГП-5 однократной угловой засечкой было выполнено определение координат характерных точек опор №№ 1,2,3,4. Принципиальная схема координирования показана на рисунке 7. Горизонтальные углы измерялись способом круговых приемов электронным тахеометром четырьмя приемами с СКО угловых измерений  $\pm 2,5''$ .

Теперь выполним оценку точности определения положения характерных точек русловых опор:

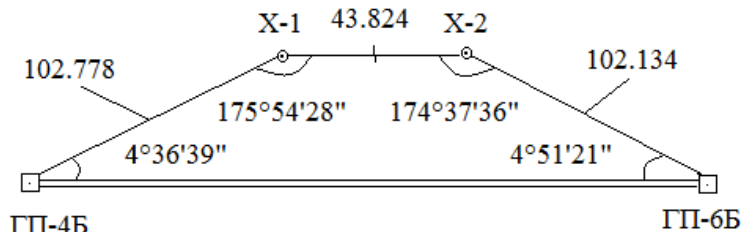


Рисунок 5 - Полигонометрический ход №1

**СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРОВ РУСЛОВЫХ ОПОР  
ОБСКОГО МОСТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

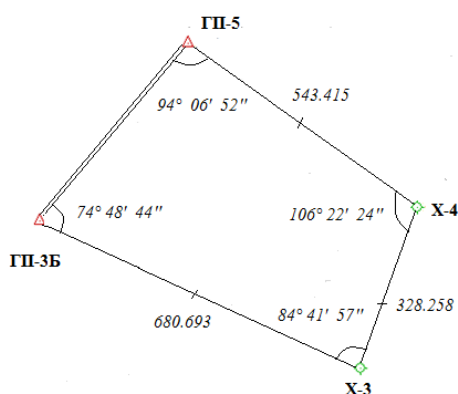


Рисунок 6 - Полигонометрический ход №2

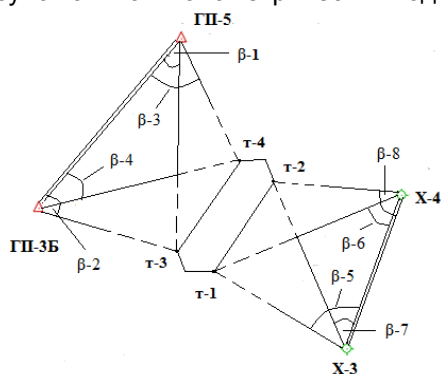


Рисунок 7 – Схема координирования характерных точек русловых опор №№1,2,3,4:  
т-1, т-2, т-3, т-4 – характерные точки русловой опоры;  
 $\beta_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 8$ ) – горизонтальный угол при засечке

1) для опор №№ 5,6,7, координирование которых выполнялось полярной засечкой. Оценка точности проводилась по формуле (7). СКО измерения углов была принята рав-

ной 5", СКО измерения расстояний - 10 мм. Результаты оценки точности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Вычисление СКО положения характерных точек русловых опор №№ 5,6,7 из полярной засечки

№ опоры	№ точек	d, м	$m_d$ , м	$m_\beta$	$m_{пз}^2$	$m_{пз}$ , М
5	т-51	307	0.010	5	0.000155382	0.012
	т-52	304	0.010	5	0.000154305	0.012
	т-53	312	0.010	5	0.0001572	0.013
	т-54	310	0.010	5	0.000156469	0.013
6	т-61	180	0.010	5	0.000119039	0.011
	т-62	179	0.010	5	0.000118828	0.011
	т-63	185	0.010	5	0.000120111	0.011
	т-64	185	0.010	5	0.000120111	0.011
7	т-71	56	0.010	5	0.000101843	0.010
	т-72	56	0.010	5	0.000101843	0.010
	т-73	62	0.010	5	0.000102259	0.010
	т-74	60	0.010	5	0.000102115	0.010

Согласно данным таблицы 1, СКО положения характерных точек опор №№ 5,6,7, координирование которых выполнялось полярной засечкой, не превосходят 13 мм.

2) для опор №№ 1-4 координирование выполнялось однократной угловой засечкой. Оценка точности проводилась по формуле (8). Результаты оценки точности сведены в таблицу 2.

Согласно данным таблицы 2, СКО положения характерных точек опор №№ 1-4, координирование которых выполнялось угловой засечкой, не превосходят 18 мм.

Координаты центров русловых опор Обского моста вычислялись путем решения створной засечки по формулам (1) с оценкой точности по формуле (5). Согласно результатам оценки точности, СКО положения центров русловых опор составила от 34 до 36 мм, т.е. практически удовлетворяет нормативным требованиям [1].

Имея фактические и проектные координаты центров русловых опор, можно выпол-

нить расчет продольных и поперечных смещений центров этих опор по разностям их фактических и проектных значений. В качестве продольного смещения  $l_{прод}$  примем проекцию вектора смещения центра опоры  $l$  на ось моста, а в качестве поперечного  $l_{поп}$  - его проекцию на перпендикулярное к оси моста направление (рисунок 8). При этом

$$l_{прод} = l \cdot \cos\Delta\alpha ; l_{поп} = l \cdot \sin\Delta\alpha ,$$

где  $l = (\overset{2}{I}_{прод} + \overset{2}{I}_{поп})^{1/2}$ ;  $\Delta\alpha = \alpha_I - \alpha_{оси моста}$ ,  $\alpha_I$  – дирекционный угол вектора смещения центра опоры  $l = [(X_{пр} - X_{ф})^2 + (Y_{пр} - Y_{ф})^2]^{1/2}$ , где  $X_{пр}$ ,  $Y_{пр}$  и  $X_{ф}$ ,  $Y_{ф}$  – соответственно проектные и фактические координаты центров опор;  $\alpha_{оси моста}$  – проектное значение дирекционного угла оси моста.

По величинам  $l_{прод}$  и  $l_{поп}$  можно судить о фактических отклонениях центров опор моста как вдоль его оси, так и в поперечном направлении.

Таблица 2 - Вычисление СКО положения характерных точек русловых опор №№ 1-4 из угловой засечки

№ Т/Т	S <sub>AP</sub> , М	S <sub>BP</sub> , М	S <sub>AB</sub> , М	m <sub>исх</sub> , М	m <sub>в</sub> , "	T, °	sin T	m <sub>исх</sub> /S <sub>AB</sub>	m <sub>в</sub> / (ρ · sinT)	S <sup>2</sup> <sub>AP</sub> +S <sup>2</sup> <sub>BP</sub> , М	Мр, м
Угловая засечка от ГП-5 (т-А) и ГП-3Б (т-В)											
Т-14	216	256	446,826	0,005	2,5	141,8239	0,618081	1,12E-05	3,92193E-05	112192	0,007
Т-13	242	232	446,826	0,005	2,5	140,0919	0,641557	1,12E-05	3,77841E-05	112388	0,006
Т-24	257	335	432,089	0,005	2,5	92,7578	0,998842	1,12E-05	2,42688E-05	178274	0,006
Т-23	277	319	432,089	0,005	2,5	92,7230	0,998871	1,12E-05	2,42682E-05	178490	0,006
Т-34	358	434	446,826	0,005	2,5	67,54861	0,924204	1,12E-05	2,62287E-05	316520	0,008
Т-33	376	420	446,826	0,005	2,5	67,74611	0,925515	1,12E-05	2,61915E-05	317776	0,008
Т-44	468	545	446,826	0,005	2,5	51,48972	0,782496	1,12E-05	3,09786E-05	516049	0,012
Т-43	480	534	446,826	0,005	2,5	51,63306	0,784052	1,12E-05	3,09172E-05	515556	0,012
Угловая засечка от X-3 (т-А) и X-4 (т-В)											
Т-11	570	524	328,258	0,005	2,5	34,47444	0,566039	1,52E-05	4,28251E-05	599476	0,018
Т-12	576	515	328,258	0,005	2,5	34,3675	0,564499	1,52E-05	4,29419E-05	597001	0,018
Т-21	446	407	328,258	0,005	2,5	44,52917	0,701272	1,52E-05	3,45667E-05	364565	0,012
Т-22	454	395	328,258	0,005	2,5	44,23389	0,697589	1,52E-05	3,47492E-05	362141	0,012
Т-31	332	298	328,258	0,005	2,5	61,94972	0,882535	1,52E-05	2,74671E-05	199028	0,007
Т-32	344	286	328,258	0,005	2,5	61,65694	0,880121	1,52E-05	2,75424E-05	200132	0,007
Т-41	224	214	328,258	0,005	2,5	96,87361	0,992813	1,52E-05	2,44162E-05	95972	0,004
Т-42	242	191	328,258	0,005	2,5	96,67583	0,99322	1,52E-05	2,44061E-05	95045	0,004

Примечания: 1) расстояния от пунктов геодезической основы до характерных точек русловых опор, используемые в таблицах 1,2 определялись графически с топографического плана М1:2000;

2) расстояния между пунктами геодезической основы вычислялись по их координатам, полученным из уравнения.

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРОВ РУСЛОВЫХ ОПОР ОБСКОГО МОСТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

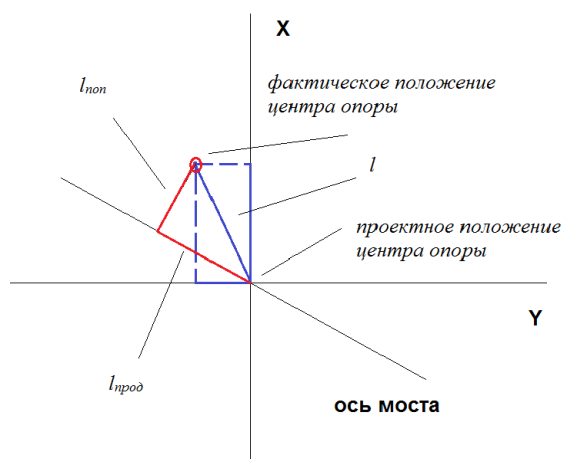


Рисунок 8 – Продольное и поперечное смещения центра опоры

Практическое применение описанный выше способ определения фактического положения центров русловых опор Обского моста по результатам геодезических измерений нашел при выполнении сотрудниками кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» АлтГТУ им. И.И. Ползунова работ по государственному контракту с КГУ «Алтайавтодор» ГК №8-11

«Реализация программы геодезического мониторинга Обского моста» летом и осенью 2011 г.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по разбивочным работам при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений (ВСН 5-81) / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1983. - 104 с.
2. Паспорт Обского моста. НИДЦ СГУПС. 2000 г. – фондовые материалы.
3. Азаров Б.Ф. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений // Ползуновский вестник: Изд-во АлтГТУ, - 2011. - № 1. - С. 19-29.
4. Применение геодезических засечек, их обобщенные схемы и способы машинного решения / Баран П.И., Мицкевич В.И., Полищук Ю.В. и др. - М.: Недра, 1986. – 166 с.
5. Справочник геодезиста. В 2-х книгах. Кн.2/ Под ред. В.Д.Большакова и Г.П.Левчука. – 3-е изд., перераб. и доп. - М., Недра, 1985 г.- 440 с.

**Азаров Б.Ф.** – к.т.н., доцент, Алтайский государственный технический университет, E-mail: [stf-ofigig@mail.ru](mailto:stf-ofigig@mail.ru).

УДК 69 + 624.131.6 (0.8374)

## РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА БАРНАУЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ПРИВЕНТИВНЫХ, ЗАЩИТНЫХ И РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Л.Н. Амосова, О.Н. Романенко, В.С. Ревякин, А.В. Ван

*Оползневые процессы в городе Барнауле активно развиваются на прирусловой территории водотоков города. Геоморфология Обского склона представляет собой уступ Приобского плато к долине р. Обь. Город Барнаул поделен на пять оползневых районов. Основной фактор развития оползневых процессов - повышенная крутизна Обского склона 25-60°. По генетическому признаку выделяются следующие типы оползней: эрозионные, суффозионные, антропогенные, полигенные. Противооползневые мероприятия включают себя: предупреждающие, защитные, реабилитационные.*

*Ключевые слова: оползневые процессы и районы, геоморфология, оползневые деформации, суффозионные процессы, контрбанкет, противооползневые мероприятия*

Оползневые процессы активно развиваются на прирусловой территории водотоков города В черте г. Барнаула оползневая зона приурочена к уступу Приобского плато вдоль левого берега р. Обь, протяженностью 38 км – от второго речного водозабора на юге до

Научного городка на севере и правобережью р. Барнаулки – от устья реки до пляжа "Лесной пруд", протяженностью 4 км. Ширина оползневой зоны составляет 200-300 м.

Изучением оползней г. Барнаула занимается оползневая станция, созданная в