

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРЕВЫШЕНИЙ ЭЛЕКТРОННЫМ ТАХЕОМЕТРОМ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Антон Викторович Никонов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и информационных систем, e-mail: sibte@bk.ru

Маржан Есенбековна Рахымбердина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и информационных систем, тел. (383)343-29-55

В статье приведены результаты исследований нивелирования наклонным лучом в равнинной местности с использованием высокоточного электронного тахеометра для расстояний от 50 до 300 м. Определена средняя квадратическая ошибка измерения угла наклона. Рассмотрен вопрос применения тригонометрического нивелирования из середины для обеспечения точности государственного нивелирования III класса в равнинной местности.

Ключевые слова: тригонометрическое нивелирование, нивелирование тахеометром, высота.

TESTING TOTAL STATION FOR ELEVATION MEASUREMENT ACCURACY UNDER FIELD CONDITIONS

Anton V. Nikonov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., a post-graduate student of Engineering Geodesy and Information Systems Department, e-mail: sibte@bk.ru

Marzhan E. Rakhimberdina

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., a post-graduate student of Engineering Geodesy and Information Systems Department, tel. (383)343-29-55

Trigonometric leveling with total station is of great practical use, as it is a more efficient technique for height transfer compared with geometrical leveling. The results of the field investigations on elevation measurements by a 2'' total station at the distance of 50 m - 300 m are presented. The mean-square error of the slope angle measurement is determined.

The prospects for trigonometric leveling from the middle to achieve the III class geometric leveling accuracy are shown.

Key words: trigonometric leveling, leveling by total station, height.

С внедрением в геодезическое производство спутниковых радионавигационных систем появился новый способ определения высот точек земной поверхности – спутниковое нивелирование. Однако его использование ограничено тем, что в результате

спутниковых измерений определяется геодезическая высота. Для перехода к нормальной системе высот, принятой в нашей стране, необходимо иметь информацию о строении квазигеоида в районе работ. Данная задача может быть решена путем создания региональных моделей квазигеоида, что не всегда оправдано. И если при создании плановых геодезических сетей уже давно применяется спутниковая аппаратура [1], то предпосылки ее рационального использования для нивелирования, соответствующего по точности III–IV классу, появились после создания глобальной модели геоида EGM2008[2]. Однако, пока не сформулированы конкретные методики и рекомендации по применению спутникового нивелирования.

Кроме того, спутниковые измерения подвержены влиянию местных электромагнитных полей, создаваемых электрическими проводами или электроподстанциями. В этом случае, приходится обращаться к классическим геодезическим методам, в том числе и к тригонометрическому нивелированию [3].

Активное внедрение в производство современных электронных тахеометров [4] позволяет выполнять нивелирование наклонным лучом с высокой точностью.

Выполнение нивелирования с применением высокоточных электронных тахеометров может заменить геометрическое нивелирование III–IV классов, однако в действующей инструкции по нивелированию [5] отсутствуют рекомендации по его применению. Для определения фактически достижимой точности тригонометрического нивелирования с использованием современных тахеометров были проведены следующие исследования.

Определение средних квадратических ошибок углов наклона и превышений

Экспериментальные определения превышений выполнялись электронным тахеометром Leica TS-06 ($m_z = 2''$, $m_D = 1,5$ мм) 9 июня (97 м), 17 июня (120 м), 30 июня (53 м), 31 июля (203 м) и 5 августа (309 м) 2012 г.

В первых трех опытах прибор устанавливался на железобетонную плиту, а 31 июля и 5 августа – в естественный грунт (суглинки желтовато-серые). Однако изменение положения прибора по высоте из-за выпирания штатива не окажет заметного влияния на результаты эксперимента, так как составляет около 0,05 мм и лишь в худших случаях может достигать значений 0,1–0,2 мм [6].

Погодные условия во время проведения исследований показаны в табл. 1. Подстилающая поверхность в первом опыте – песок, глина; для всех остальных опытов – суглинок, неплотно поросший травой и кустарником. Кроме того, для расстояния 309 м первые 35 м от прибора поверхность представляет собой заболоченный участок, поросший мхом.

Визирование выполнялось на стандартный отражатель фирмы *SOKKIA*, который навинчивался на вежу. Вежа устанавливалась по круглому уровню на стабильной точке (репер, фундамент забора) с помощью специально сделанного кронштейна.

Превышение имитировалось изменением высоты отражателя, которая фиксировалась штангенциркулем с ценой деления шкалы нониуса 0,05 мм.

Погодные условия при проведении опытов

№ опыта	Дата	Солн. влияние на прибор	Ветер	t , °С	Облачность	Время опыта	Высота луча, м
1	9.06	в тени градирни	средний (10 м/с)	+28	ясно	16:30–18:30	~1,7
2	17.06	на солнце	слабый (до 5 м/с)	+27	после 13:00 облачно	12:30–14:20	~1,5–2
3	30.06	на солнце	слабый (до 5 м/с)	+23	ясно	9:20–11:00	~1,6–2,2
4	31.07	на солнце	безветренно	+24	ясно	10:00–11:30	~1,5–1,8
5	5.08	на солнце	средний (10 м/с)	+13– +17	после 12:45 облачно	11:10–13:15	~1,5–2,3

Программа наблюдений электронным тахеометром включала в себя измерение зенитных расстояний и наклонных дальностей. При одном положении отражателя выполнялось 15 полных приемов (при КЛ и КП), затем высота отражателя изменялась. Таким образом, было выполнено 5 – 6 серий измерений по 15 приемов в каждой для расстояний 50, 100, 120, 200 и 300 м.

В данном случае исследуется нивелирование способом «из середины» со строгим равенством плеч, поэтому введение поправки за кривизну Земли и рефракцию не имеет смысла. Для вычисления превышения между двумя положениями отражателя применима формула [7]:

$$h = -(D_3 \cos z_3 - D_{\text{п}} \cos z_{\text{п}}) = D_{\text{п}} \cos z_{\text{п}} - D_3 \cos z_3, \quad (1)$$

где D – наклонное расстояние; z – зенитное расстояние; индексы «п», «з» обозначают переднюю и заднюю цель соответственно. В данной формуле принимается одинаковая высота визирных целей над измеряемыми точками.

После всех измерений были вычислены превышения между горизонтальной осью вращения трубы тахеометра и осью вращения призмы отражателя по формуле:

$$h_{\text{приб}} = D_i \cos z_i, \quad (2)$$

где z – зенитное расстояние, полученное как среднее из значений углов при КЛ и КП; D_i – наклонное расстояние; i – номер приема.

Значения среднеквадратических ошибок угла наклона m_z и превышений m_h получены по формуле Бесселя:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}, \quad (3)$$

где v – отклонение от среднего арифметического; n – число измерений.

Ошибка самой ошибки m_m находилась по формуле Гаусса:

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2r}}, \quad (4)$$

где r – число избыточных измерений.

В табл. 2 представлены среднеквадратические ошибки измеренных зенитных расстояний z и m_h .

Таблица 2

Среднеквадратические ошибки m_z'' и m_h

№ сер.	50 м		100 м		120 м		200 м		300 м	
	m_z''	m_h , мм	m_z''	m_h , мм	m_z''	m_h , мм	m_z''	m_h , мм	m_z''	m_h , мм
1	0,92	0,24	1,42	0,67	0,83	0,50	1,46	1,44	0,77	1,16
2	1,08	0,28	1,94	0,91	1,48	0,88	0,97	0,96	2,50	3,75
3	0,93	0,24	1,35	0,64	1,14	0,68	1,33	1,31	1,25	1,87
4	1,09	0,28	2,49	1,17	1,02	0,61	1,27	1,25	1,03	1,55
5	1,01	0,26	1,89	0,89	1,01	0,60	1,60	1,60	1,81	2,72
6	0,76	0,19	-	-	-	-	1,14	1,13	0,68	1,02
сред.	0,96	0,25	1,82	0,86	1,10	0,65	1,29	1,28	1,34	2,01

Согласно данным табл. 2, средняя по всем расстояниям СКО зенитного расстояния m_z , измеренного одним приемом на одну визирную цель, оказалась равной

$$m_z = \pm(1,3'' \pm 0,25''). \quad (5)$$

Так как количество приемов в серии менее 20 [8], для большей надежности были вычислены доверительные интервалы теоретической средней квадратической ошибки (стандарт σ), используя распределение «хи-квадрат».

С доверительной вероятностью 0,95 средняя квадратическая ошибка измерения зенитного расстояния одним полным приемом находится в интервале:

$$0,94 \leq \sigma \leq 2,10. \quad (6)$$

По малости углов наклона примем m_h равной величине m_z в линейной мере. Величина m_h возрастает с расстоянием, поэтому оценка этой величины помещена в табл. 3.

Таблица 3

Значения m_h для расстояний от 50 до 300 м

№	D , м	m_h , мм	m_m , мм	$\gamma_1 m \leq \sigma \leq m \gamma_2$
1	50	0,25	0,05	$0,18 \leq \sigma \leq 0,40$
2	100	0,86	0,16	$0,62 \leq \sigma \leq 1,39$
3	120	0,65	0,12	$0,47 \leq \sigma \leq 1,05$
4	200	1,28	0,24	$0,92 \leq \sigma \leq 2,07$
5	300	2,01	0,38	$1,45 \leq \sigma \leq 3,25$

Приведенные характеристики m_z и m_h получены в результате оценки, называемой «по внутренней сходимости». Понятно, что подобная оценка не достаточна для получения достоверных выводов. Для подтверждения результатов, полученных «по внутренней сходимости», воспользуемся «превышениями» между разными положениями отражателя, т. е. сравним расстояния между различными положениями оси вращения отражающей призмы, измеренные с помощью штангенциркуля, и соответствующие разности превышений $h_{\text{приб}}$ визирных целей над горизонтальной осью вращения трубы тахеометра.

Из превышений, полученных по формуле (2), были найдены средние значения $h_{\text{приб}}$ по каждой из серии:

$$h_{\text{приб сред}} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_{15}}{15}. \quad (7)$$

Затем вычислены разности:

$$\Delta h_{\text{приб сред } ij} = h_{\text{приб сред } j} - h_{\text{приб сред } i}, \quad (8)$$

где i – номер нижней цели и j – номер верхней цели.

По результатам измерений штангенциркулем, были получены соответствующие разностям (8) «превышения» $\Delta h_{\text{штанг } ij}$ между осями визирной цели в положениях i и j .

Контрольные разности Δ_{ij} , вычисленные по формуле:

$$\Delta_{ij} = \Delta h_{\text{приб сред } ij} - \Delta h_{\text{штанг } ij}, \quad (9)$$

приведены в табл. 4. Отклонение этих разностей от нуля является следствием ошибок измерений $h_{\text{приб}}$ и $\Delta h_{\text{штанг}}$.

Для правильной интерпретации полученных разностей (9) найдем их СКО и перейдем к предельным ошибкам.

Таблица 4

Разности превышений, измеренных тахеометром и штангенциркулем

№ цели	Δ_{ij} , мм (50 м)	Δ_{ij} , мм (100 м)	Δ_{ij} , мм (120 м)	Δ_{ij} , мм (200 м)	Δ_{ij} , мм (300 м)
1	-0,67	0,08	0,46	1,31	-0,45
2	0,15	0,18	1,22	-0,91	-0,01
3	-0,21	-0,20	-0,72	-1,67	0,30
4	0,07	0,28	-0,84	0,52	-1,63
5	-0,22			-1,14	-0,22
6					

Каждое из превышений в правой части равенства (8), вычисленное как среднее из 15 приемов, характеризуется средней квадратической ошибкой:

$$m_{h_{\text{приб}}} = \frac{m_h}{\sqrt{15}}. \quad (10)$$

Следовательно, ошибка разности $\Delta h_{\text{приб сред } ij}$ будет

$$m_{h_{\text{приб сред}}} = \pm \sqrt{2} m_{h_{\text{приб}}} \quad (11)$$

Ошибка $\Delta h_{\text{штанг}}$ измерения «превышения» штангенциркулем примем равной:

$$m_{\Delta h_{\text{штанг}}} = \pm \sqrt{2} m_{h_{\text{штанг}}}, \quad (12)$$

где $m_{h_{\text{штанг}}}$ – ошибка одного измерения штангенциркулем. Будем считать $m_{h_{\text{штанг}}} = 0,1$ мм, как удвоенное значение цены деления нониуса. Тогда

$$m_{\Delta h_{\text{штанг}}} = \pm 0,14 \text{ мм.} \quad (13)$$

Далее, значение m_h подставим в формулу (10), затем полученный результат в формулу (11) и получим $m_{h_{\text{приб сред}}}$.

По полученным значениям $m_{\Delta h_{\text{штанг}}}$ и $m_{h_{\text{приб сред}}}$ вычислим среднюю квадратическую ошибку разности (9):

$$m_{\Delta_{ij}} = \sqrt{m_{\Delta h_{\text{приб сред}}}^2 + m_{\Delta h_{\text{штанг}}}^2} \quad (14)$$

Перейдем к предельной ошибке разности Δ_{ij} по известной формуле:

$$\Delta_{ij}^{\text{доп}} = 3 m_{\Delta_{ij}} \quad (15)$$

Предельные ошибки разности для каждого расстояния помещены в табл. 5.

Таблица 5

Предельные значений разностей Δ_{ij}

№ опыта	$m_{\Delta_{ij}}$	$\Delta_{ij}^{\text{доп}}$
1	0,17	0,50
2	0,34	1,03
3	0,28	0,83
4	0,49	1,46
5	0,75	2,24

Сопоставив разности Δ_{ij} взятые из табл. 4, с соответствующими вычисленными предельными значениями из табл. 5, приходим к выводу, что лишь некоторые значения Δ_{ij} незначительно превышают допуски. Среди разностей встречаются как положительные, так и отрицательные значения, что говорит о случайном характере распределения ошибок измерений.

Сравнение разностей превышений, полученных тахеометром, с их теоретическими значениями является достаточным основанием считать оценку точности «по внутренней сходимости» объективной.

В табл. 6 приведем значения максимальных расхождений (по модулю) в миллиметрах между превышениями в одной серии, включающей 15 приемов.

Таблица 6

Разности между h_{max} и h_{min} в серии из 15 приемов

№ сер.	50 м	100 м	120 м	200 м	300 м
1	0,7	2,1	1,7	5,4	4,7
2	1,1	3,1	2,9	3,8	11,1
3	0,8	1,8	2,6	4,3	7,4
4	1,2	4,0	2,1	4,2	5,4
5	0,8	3,0	2,0	5,2	9,8
6	0,7	-	-	4,6	3,2
сред.	0,9	2,8	2,3	4,6	6,9

Данные табл. 6 согласуются с теоретической разностью максимального и минимального превышения в серии, так как почти все укладываются в интервал $\pm 2''$ ($m_z = 2''$) для соответствующего расстояния. Незначительный выход из интервала $2''$ можно объяснить изменяющимися погодными условиями в процессе измерения 15 приемов. Кроме того, разности напрямую зависят от качества изображения. На расстояниях до 150 м изображение цели практически всегда четкое, а легкие колебания почти не заметны. При дальностях 200–300 м наведение на цель выполняется делением самого круга отражателя на две равные части и здесь значительно сказывается влияние короткопериодической составляющей рефракции [9]. На таких расстояниях, когда солнце освещает подстилающую поверхность вдоль прохождения визирного луча, наведения на цель неуверенные из-за постоянно колеблющегося изображения отражателя. Однако, когда солнце заходит за облака или в пасмурную погоду, даже на расстоянии 300 м можно производить качественные измерения. Так, последняя серия измерений на расстоянии 300 м проводилась в облачную погоду, изображение цели было четким, ошибка измерения угла составила всего $0,68''$, а максимальный «разбег» превышений в серии равен $3,2$ мм.

Произведем теоретический предрасчет точности измерения превышения между осью вращения трубы тахеометра и горизонтальной осью отражателя методом тригонометрического нивелирования по формуле [11]:

$$m_h^2 = m_D^2 \sin^2 \alpha + \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} D^2 \cos^2 \alpha + m_{\text{виз}}^2, \quad (16)$$

где m_α – СКО измерения вертикального угла ($2''$); m_D – СКО измерения расстояния (2 мм); $m_{\text{виз}}$ – СКО визирования; α – угол наклона; D – расстояние, в мм; $\rho = 206265''$.

Согласно [7], ошибка визирования находится по формуле:

$$m_B = \frac{35''}{\Gamma^x}, \quad (17)$$

где Γ^x – увеличение трубы.

В нашем случае $\Gamma^x = 30^x$, а измерения выполнялись при двух кругах, тогда ошибка визирования равна:

$$m_B = \frac{35}{30 \sqrt{2}} = 0,8'' . \quad (18)$$

В табл. 7 представлены данные о предвычисленных среднеквадратических ошибках по формуле (16) для m_z , полученных в результате эксперимента, и заявленной производителем прибора ($2''$).

Таблица 7

Вычисленные СКО измерения превышения m_h

№	D , м	m_h , мм	m_h , мм ($m_z = 2''$)
1	50	0,30	0,48
2	100	0,74	0,97
3	200	1,47	1,94
4	300	2,26	2,91

Очевидно, все расчетные значения находятся в соответствующем доверительном интервале из табл. 3.

Обоснование достаточного количества приемов при измерении превышений тахеометром

В эксперименте превышения между разными положениями отражателя, по сути, находились методом тригонометрического нивелирования из середины с применением формулы (1). Остается неясным, каким числом полных приемов нужно измерять превышение, чтобы достигнуть точности III класса государственного нивелирования ($f = 10\sqrt{L}$ мм, где L – длина хода, в км).

Допустим, при каждом положении визирной цели выполнялось два полных приема. По полученным данным, по каждой из 6 серий были составлены все возможные пары измерений и найдены их средние значения. Таким образом, в каждой серии получилось 105 пар, а всего 630 пар. Значения $h_{\text{приб сред}}$ (7) принимались за истинные. Между средним значением из каждой пары были найдены разности с наиболее вероятным соответствующим значением $h_{\text{приб сред}}$:

$$\Delta = |h_{\text{пар}}| - |h_{\text{приб сред } i}|. \quad (19)$$

Полученные разности были распределены по интервалам. Результаты для расстояния 200 м представлены в табл. 8.

Таблица 8

Отклонения среднего превышения из пары измерений от среднего превышения по серии для $D = 200$ м

№	Интервал, мм	Проценты, %	
1	От -2 до -3	1	12
2	От -1 до -2	11	
3	От -0,5 до -1	15	76
4	От -0,5 до +0,5	45	
5	От +0,5 до +1	16	
6	От +1 до +2	11	12
7	От +2 до +3	1	
Σ		100	100

Из табл. 8 следует, что превышение, полученное двумя приемами, не превосходит его наиболее вероятного значения более чем на ± 1 мм в 76 % случаев. А в 98 % случаев отличается от $h_{\text{приб сред}}$ не более чем на ± 2 мм.

В табл. 9 приведены аналогичные значения для расстояния 300 м.

Таблица 9

Отклонения среднего превышения из пары измерений от среднего превышения по серии для $D = 300$ м

№	Интервал, мм	Проценты, %	
1	Менее -3	1	1
2	От -2 до -3	2	14
3	От -1 до -2	12	
4	От -0,5 до -1	13	
5	От -0,5 до +0,5	34	62
6	От +0,5 до +1	15	
7	От +1 до +2	14	19
8	От +2 до +3	5	
9	Более +3	4	4
Σ		100	100

Из табл. 9 следует, что превышение, полученное двумя приемами для $D = 300$ м, не превосходит его наиболее вероятного значения более чем на ± 1 мм в 62 % случаев, а в 88 % случаев отличается от $h_{\text{приб сред}}$ не более чем на ± 2 мм.

Данные выводы относятся к равнинной местности с углами наклона около градуса.

Произведем отвлеченный расчет. Даже если m_h для расстояния 300 м принять равной 3 мм, тогда ошибка на станции составит $m_{ст} = 3\sqrt{2} = 4,2$ мм; и на 1 км хода $m_{км} = 4,2\sqrt{2} = 5,9$ мм, что соответствует точности геометрического нивелирования III класса.

Обобщив данные табл. 8 и 9, можно сделать вывод, что при длинах плеч до 300 м превышения достаточно измерять двумя полными приемами (для расстояний около 100 м два приема необходимы для исключения грубых промахов). При использовании приборов с одним экраном на расстояниях до 200 м, для удобства, имеет смысл заменить два приема одним, но с двумя наведениями на цель.

При сильно колеблющихся целях, а также при отличии между собой измеренных вертикальных углов из двух приемов более чем на 4" необходимо выполнить третий, а если потребуется – и четвертый прием.

Для более полного понятия точностных возможностей тригонометрического нивелирования требуется произвести аналогичные исследования для больших углов наклона.

Кроме того, условия прохождения визирного луча на «заднюю» и «переднюю» цели в данном опыте практически одинаковы и влияние рефракции в значительной мере компенсируется. Поэтому при заметной разнице в условиях при взгляде «назад» и «вперед», точность измерений может быть ниже опытной. Под условиями прохождения луча понимается: эквивалентная высота, подстилающая поверхность, освещенность профиля солнцем и пр.

На рефракцию оказывают наибольшее влияние условия прохождения визирного луча вблизи точки стояния прибора [13], поэтому нужно стремиться к однородности условий наблюдений при выборе места установки тахеометра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скрипников В.А. Построение плановой разбивочной сети с применением спутниковых геодезических приемников (СП) // Вестник СГГА. – 2001. – Вып. 6. – С. 41–44.
2. Гиенко Е.Г., Решетов А.П., Струков А.А. Исследование точности получения нормальных высот и уклонов отвесной линии на территории Новосибирской области с помощью глобальной модели геоида EGM2008 // Сб. материалов научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2011». Т. 1, ч. 2. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. – Новосибирск: СГГА, 2011. – С. 181–186.
3. Дударев В.И. Определение местоположения недоступных объектов при проведении топографических съемок с помощью GPS-технологий // Вестник СГГА. – 2005. – Вып. 10. – С. 70–72.
4. Хорошилов В.С., Пономарев В.А. Современная геодезическая техника // Вестник СГГА. – 2005. – Вып. 10. – С. 99–103.
5. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. Федеральная служба геодезии и картографии России. М., Картгеоцентр-Геодезиздат, 2004. – 244 с.
6. Энтин И.И. Высокоточное нивелирование // Труды ЦНИИГАиК. – 1956. – Вып. 111. – 339 с.
7. Пискунов М.Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений. – М.: Недра, 1980. – 248 с.
8. Бурмистров Г.А. К вопросу об оценке точности при ограниченном числе измерений // Труды МИИГАиК. – 1961. – Вып. 44. – С. 51–58.
9. Беспалов Ю.И., Терещенко Т.Ю. Лазерные маркшейдерско-геодезические измерения в строительстве. – СПб., 2012. – 227 с.
10. Пискунов М.Е., Нгуен Ван Дау. Метод высокоточного тригонометрического нивелирования короткими (до 100 м) лучами // Изв. Вузов. Сер. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1971. – № 6. – С. 37–48.
11. Беспалов Ю.И., Мирошниченко С.Г. Исследование точности измерения превышений электронными тахеометрами // Геодезия и картография. – 2009. – № 3. – С. 12–13.
12. Беспалов Ю.И., Дьяконов Ю.П., Терещенко Т.Ю. Наблюдение за осадками зданий и сооружений способом тригонометрического нивелирования // Геодезия и картография. – 2010. – № 8. – С. 8–10.
13. Изотов А.А., Пеллинен Л.П., Исследования земной рефракции и методов геодезического нивелирования // Тр. ЦНИИГАиК. – 1955. – Вып. 102.

Получено 28.01.2013

© А.В. Никонов, М.Е. Рахымбердина, 2013