

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕВЯЗОК ЗАМКНУТЫХ ПОЛИГОНОВ НИВЕЛИРОВАНИЯ I КЛАССА ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ НА ЮЖНУЮ И СЕВЕРНУЮ ЗОНЫ

Проанализированы невязки замкнутых полигонов нивелирования I класса, проложенных по территории Российской Федерации за последние десятилетия. При разделении территории по климатическим условиям выявлены существенные различия по величине и знаку невязок полигонов южной и северной зон страны. Приведен график распределения всех невязок с анализом кривых на соответствие нормальному распределению.

Ключевые слова: нивелирование I класса, невязки замкнутых полигонов, распределение невязок по территории РФ, южная и северная климатические зоны.

За 60-летний период после Великой Отечественной войны в нашей стране выполнен огромный объем нивелирования I и II классов и создана современная высотная сеть страны. На сегодня она образована системой 110 замкнутых полигонов I класса протяженностью 115 тыс. км и 850 полигонов II класса общей длиной 340 тыс. км [1]. К сожалению, за последние десятилетия не было публикаций по анализу невязок замыкания нивелирных ходов высотной сети страны.

Качество нивелирования I класса оценивается по разностям d , по которым подсчитываются случайные средние квадратические η и систематические σ ошибки на 1 км хода [2].

Другой важной характеристикой качества нивелирных ходов являются невязки полигонов W при их замыкании, через которые также вычисляют случайные средние квадратические η_w ошибки. Как показали исследования [3, 4], η_w , подсчитанные через невязки, в 2-3 раза превышают подсчитанные через разности d .

При замыкании полигонов сказываются влияния, которые совсем или почти не проявляются в разностях d . Это, прежде всего, фактор времени. Иногда замыкание полигона может растягиваться на 10-20 лет. Так, по европейской части России полигон Беломорск – Обозерская – Вологда – Волховстрой – Беломорск, $P=2032$ км, был составлен линиями нивелирования с 1952 по 1971 г.г. Другой полигон, Ярославль – Решма – Орехово-Зуево – Ярославль, $P=999$ км, – линиями нивелирования с 1972 по 1991 г.г.

По азиатской части России полигон Туруханск – Тура – Ерема – Оскоба – Байкит – Подкаменная Тунгуска – Туруханск, $P=4627$ км, был образован из линий нивелирования с 1969 по 1988 г.г.

При разукрупнении полигонов также приходится использовать вновь проложенные линии с проложенными ранее, со значительным временным интервалом.

За это время сами узловое фундаментальные реперы могли изменить свое положение, что связано с современными вертикальными движениями земной коры.

Кроме того, на положении фундаментального репера может сказаться и температурный фактор. Привязка одного и другого ходов может быть

разнесена не только на разные годы, но и на разные сезоны. Так, нивелирный ход Юхта – Иркутск завершался на фундаментальном репере 617 в январе 1979 г. В это время стояли низкие отрицательные температуры. Например, 11.01.1979 г. в полевом журнале (№ 1421) в 11 часов местного времени было зафиксировано -40°C ! В обед природа «смилоствилась», и температура повысилась до -38°C . При нивелировании хода Тайшет – Иркутск в 1985 г. привязка к фундаментальному реперу 617 производилась летом. Ясно, что температура грунта отличалась даже на глубине самого репера. Следовательно, имеет значение высотное положение репера.

Известно, что характер накопления разностей d в климатических зонах неодинаков. В зоне умеренно теплого и умеренно прохладного климата (южная зона) происходит накопление преимущественно отрицательных разностей [5, 6], а в зоне сурового климата (северная зона), с наличием многолетнемерзлых грунтов, – преимущественно положительных [6]. К северной зоне нами отнесены Кольский полуостров, Карелия, север Архангельской области, республика Коми, Полярный Урал, север Западной Сибири по границе среднего течения реки Оби, все северные районы Красноярского края и Иркутской области, вся территория Якутии, северо-восток России, северные районы Бурятии, Читинской, Амурской областей и Хабаровского края. Вся остальная территория России отнесена к южной зоне.

По имеющейся в нашем распоряжении статистике – 175 невязок по южной зоне и 63 по северной – проведен анализ их распределения в интервале $\pm 12,5$ мм. На рис. 1 представлены эмпирическое и теоретическое распределение невязок по южной и северной зонам с исключением недопустимых значений, превысивших

$$W_{\text{доп}} = \pm 3 \text{ мм} \sqrt{P},$$

где P – периметр полигона, км.

Кривые распределения невязок были проанализированы на соответствие нормальному закону по критерию χ^2 . По всем параметрам принимается гипотеза о нормальности распределения. Величины асимметрии A и эксцесса E незначительны (см. табл.), особенно при исключении недопустимых невязок.

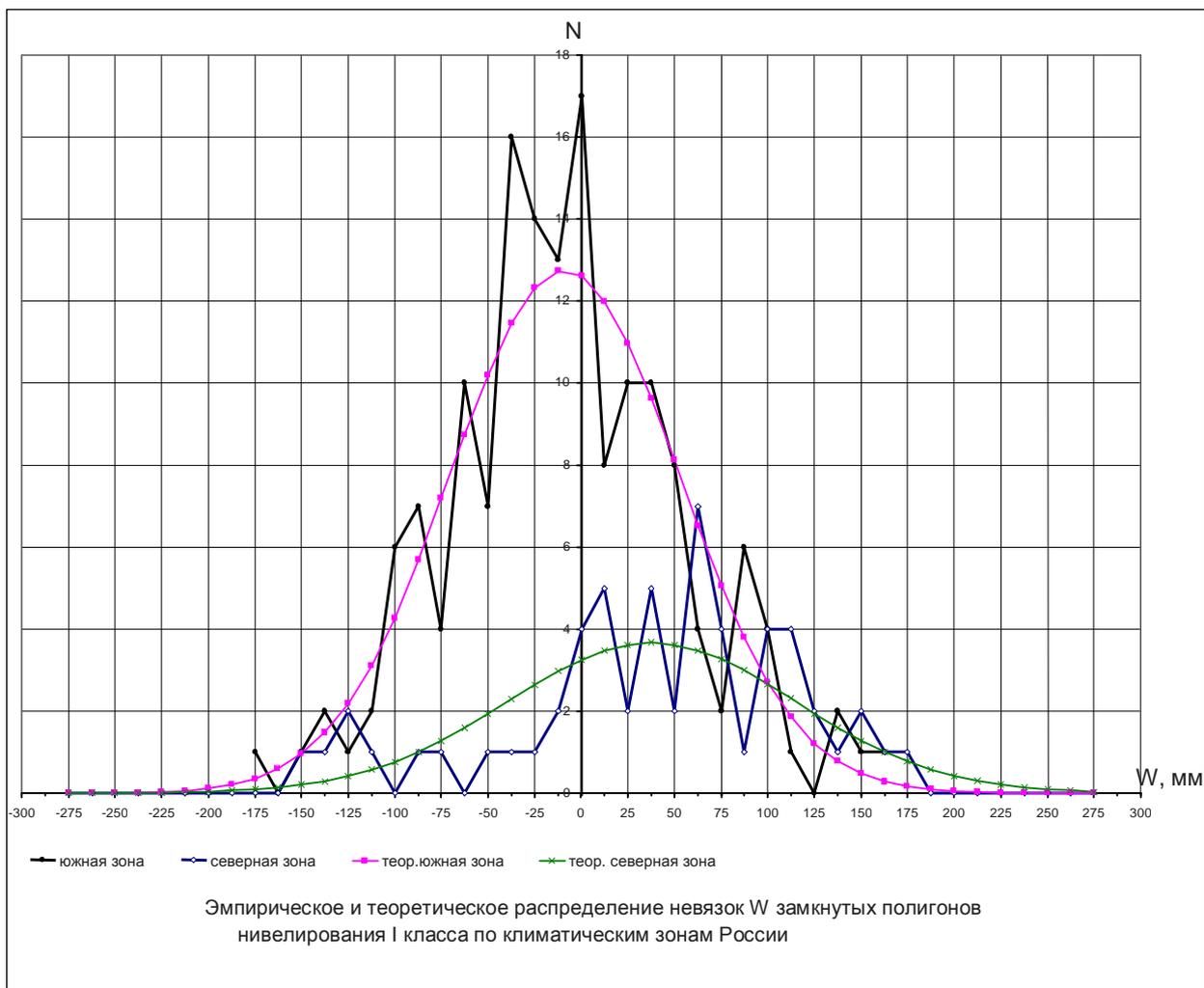


Рис. 1. Эмпирическое и теоретическое распределение невязок по южной и северной зонам

Таблица 1

Параметры кривых эмпирического и теоретического распределения невязок замкнутых полигонов нивелирования I класса по территории России

Регион	Количество невязок				Среднее значение невязки \bar{W} , мм	Асимметрия кривой A	σ_A	Экспесс E	σ_E
	Всех	Исключая недопустимые	Положительных	Отрицательных					
Южная зона	175	158	77	98	-8,36	0,20	0,18	1,27	4,68
			69	89	-8,86	0,17	0,19	0,07	4,66
Северная зона	63	57	47	16	+43,06	-0,30	0,30	0,28	4,31
			43	14	+37,72	-0,62	0,31	-0,10	4,25

А вот средние значения невязок для зон оказались существенно различными. Для южной зоны получена средняя невязка $\bar{W} = -8,86$ мм, а для северной $\bar{W} = +37,72$ мм.

Преобладание отрицательных невязок при замыкании полигонов в южной зоне и европейской части России коррелируется с преобладанием отрицательных накоплений разностей d , а положительных невязок – с преимущественно положительными накоплениями разностей d в северной зоне и азиатской части России. Установление корреляционных зависимостей для конкретных полигонов требует отдельных исследований.

Литература

1. Бородко, А.В. Государственные услуги в сфере геодезии, картографии и наименовании географических объектов / А. В. Бородко // Геодезия и картография. – 2004. – № 12. – С. 8-15.
2. Инструкция по вычислению нивелировок / ЦНИИГАиК. – М.: Недра. – 1971. – 108 с.
3. Иванов, В.Г. Погрешности нивелирования I класса высотной основы России / В. Г. Иванов // Материалы науч. конгресса «ГЕО-СИБИРЬ-2005». – Новосибирск, 2005. – Т. 1. – С. 42-48.
4. О нивелирной сети СССР: К 100-летию создания высокоточной нивелирной сети : сб. статей / под общ. ред. Л.А. Кашина, Л.С. Хренова. М.: Недра, 1979. – 139с.
5. Мещерский, И.Н. Анализ результатов нивелирования I и II классов / И. Н. Мещерский, И. И. Энтин // Тр. Центр.науч.исслед. ин-т геодезии аэросъемки и картографии/. – 1972. Вып. – 169. – С. 3-26.
6. Иванов, В.Г. Величины и характер накопленной разностей d в нивелирных ходах I класса при разделении их по климатическим зонам / В.Г. Иванов // Материалы науч. конгресса «ГЕО-СИБИРЬ-2005». – Новосибирск, 2005. – Т.1. – С. 48-53.