

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМА ВЫБОРКИ КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДА

Джорашов Диас Аликович, преподаватель Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева (г. Астана, Казахстан).

В 2009 году окончил Казахский национальный университет им. К.И. Сатпаева по специальности «Землеустройство и кадастр», Горный факультет (г. Алматы, Казахстан). В 2011 окончил магистратуру на Земельном факультете по специальности «Землеустройство» в Казахском агротехническом университете им. С. Сейфуллина (г. Астана, Казахстан). С 2011 года по настоящее время работает преподавателем в Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева на кафедре «Геодезии и картографии» (г. Астана, Казахстан).

Контакты: jorashov_da@enu.kz

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся определения оптимального объема выборки для контроля качества геодезических разбивок и приводящее к выводу, что нет необходимости контролировать все геометрические параметры строительного объекта, а достаточно ограничиться только их некоторой частью и на основании этого сделать заключение о качестве выполненных работ.

The article deals with the optimal sample size for the quality of geodetic siting control and leads to the conclusion that there is no necessity to control all the geometric parameters of the object construction but it is sufficient to control some of them and acting on this to make a conclusion of a quality of the performed work.

Определение оптимального объема выборки при геодезическом контроле качества строительства является составной частью всего комплекса работ. Объем выборки при стабильном технологическом процессе, когда погрешности следуют нормальному закону распределения, не оказывает существенного влияния на конечные точности характеристик x и m .

Объем выборки, необходимый для контроля качества исполнительных схем, можно определить по формуле [1]:

$$n = \frac{t^2 m_i^2}{\delta_i^2} \quad (1)$$

Однако применение формулы (1) затруднительно, так как неизвестным остается величина m . Для определения этой величины необходимо производить ряд последовательных реализаций, что ведет к дополнительным затратам труда и времени.

В соответствии с вышеуказанным, нами предлагается способ определения оптимального объема выборки для оценки точности производства строительных и геодезических работ, основанных на применении априорно-эмпирической функции (АЭФ).

В процессе геодезического контроля точности устройства элементов трубопровода, разбивки осей сооружения, применение априорно-эмпирической функции для этой цели заслуживает внимания. Это обусловлено прежде всего тем, что АЭФ предназначен для проверки качества продукции при их малом числе. Отметим, что на строительной площадке количество контролируемых элементов может быть значительным и на сплошной контроль необходимо большое количество времени. В этих условиях применение априорно-эмпирической функции позволит сэкономить время, затрачиваемое на геодезические контрольные измерения.

Основная идея метода АЭФ заключается в определении законов распределения случайных величин при малом числе наблюдений, с использованием дополнительной априорной информации относительно истинного и эмпирического распределений.

В этом случае полная функция плотности случайной величины выразится уравнением

$$f(x) = w \cdot f_a(x) + (1-w) \cdot f_o(x) \quad (2)$$

где $f_a(x), f_o(x)$ - априорная и эмпирическая функции распределения случайных величин; w - коэффициент достоверности, определяемый по формуле:

$$w = \frac{n_a}{n_a - n_o}$$

n_a - априорно известный объем выборки, когда можно судить о законе распределения.

В нашем случае:

$$n_a = 20 \text{ для нормального закона при } P = 0,95;$$

n_o - эмпирический объем выборки.

В случае, когда $w=1$ уравнение (2) имеет вид

$$f(x) = f_a(x),$$

т.е. апостериальное распределение равно априорному независимо от результатов эксперимента. Если же $w = 0$, то $f(x) = f_o(x)$, что означает, что апостериальное распределение характеризуется только результатами эксперимента, а предварительная априорная информация отсутствует. Этот частный случай является классическим методом математической статистики, на основе которого определяются искомое распределение наблюдаемой величины, что и объясняет низкую эффективность традиционного статистического анализа в условиях ограниченного объема информации.

В связи с этим, при $n < 20$, не учитывая правой части равенства (2) первое слагаемое, мы в какой-то степени теряем часть информации, а вместе с ним и надежность определения **функции** распределения. Основываясь на этом и принимая во внимание трехсигмовый предел надежности по табл. 3 и используя формулу (2), получим таблицу зависимости между w и p - уровнем надежности, где $n_a = 20$ и $t = 3$ (табл. 1).

1. $t = 3, P = 0,95; n_o = 1,8; \text{ тогда } w = 0,91;$
2. $t = 3, P = 0,95; n_o = 3,5 \text{ } w = 0,80 \text{ и т.д.}$

Таблица 1. Зависимость между коэффициентом достоверности и уровнем надежности

P	0,90	0,95	0,98	0,99	0,997
w	0,91	0,80	0,71	0,57	0,10

Из (2) следует

$$n_o = \frac{n_a(1-w)}{w}$$

Используя это выражение, получим статистическую таблицу для определения оптимального объема выборки, который обеспечивает контроль качества

выполненных геодезических работ при известном объеме контролируемого параметра. Эти данные приведены в табл. 2

Таблица 2. Определение оптимального объема выборки

Объем проверяемой выборки	Показатель w				
	0,91	0,80	0,71	0,57	0,10
20	2	5	9	18	26
25	3	6	9	19	27
30	3	8	10	23	32
40	4	10	13	30	36
50	5	13	16	38	45
80	8	20	25	60	72
100	10	35	32	75	90
150	15	37	48	112	135
200	20	50	64	150	180
300	30	75	96	230	270
500	50	125	160	380	450
1000	100	250	320	750	900
2000	200	500	640	1500	1800
10000	1000	2500	3200	7500	9000

Докажем на примере определение оптимального объема выборки для контроля качества разбивок по предложенной методике. В натуре разбито 300 осевых знаков. Принимая уровень надежности равным 0,35 по табл. 2 находим, что надо контролировать 75 осевых размеров, т.е. каждый четвертый, если же окажется, что из 75 разбивочных осей за пределы допуска вышли 3 осевых размера, то с вероятностью $P = 0,95$ можно сказать, что из 300 осевых размеров вышли за зону допуска 12 осевых размеров и на основании этого можно судить о качестве выполнения работ.

Для проверки правильности этих выводов проведем расчет по формуле (2). Для чего возьмем данные из исполнительных схем по измерение промежуточных осей, отклонение средней из 80 измерений от проектного размера оси составила 2 мм, средняя квадратическая погрешность - $m = 11$ мм. Тогда $q=2/11 = 0,18$.

По табл. при $P = 0,95$ и $q = 0,18$ получим $n = 100$, т.е. разбивка произведена с высокой точностью.

Таблица 3. Проверка определения объема выборки

q / P	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,96	0,99	0,999
1,0	2	3	3	4	5	7	11	17
0,5	3	4	6	9	13	18	31	50
0,4	4	6	8	12	19	27	46	74
0,3	6	9	13	20	32	46	78	127
0,2	13	19	29	43	70	99	171	277
0,1	47	72	169	166	273	378	668	1089
0,05	183	285	431	659	1084	1540	2659	4338
0,01	4543	7090	10732	16436	27161	38416	66358	1083337

В заключение сделаем вывод, что в процессе выполнения геодезических работ при исполнительных съемках для оценки качества строительства нет необходимости контролировать все геометрические параметры строительного объекта. В большинстве случаев достаточно ограничиться частью их и на основании этого сделать заключение о качестве выполнения работ.

Список литературы

1. Игильманов А.А., Игильманов Ж.А. Применение АЭФ к решению задачи определения оптимального объема выборки при геодезическом контроле качества строительства.- В сб.: Геодезическое обслуживание народного хозяйства в Северном Казахстане и Поволжье, ВАГО, Москва, 1982, с.81-84.