

## О ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

*В.Т.Фирсов, к.б.н., С.А.Деньгина, ВНИИА*

Основными характеристиками качества результатов измерения являются точность и достоверность, которые этот результат заслуживают. Стремясь повысить точность результата измерения, мы стремимся уменьшить его погрешность (неточность) и как можно ближе подойти к истинному значению измеряемой величины. Эти погрешности являются следствием многих причин и в числе их можно отметить: неверные средства измерений (приборы, посуда), неаттестованная методика, недостаточная квалификация оператора, воздействие внешних условий (тепловые и воздушные потоки, магнитные и электромагнитные поля, изменение атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, вибрации и т.д.). Для уменьшения погрешностей необходимо устранить или

уменьшить влияние каждой из причин их появления.

Теория вероятностей дала возможность оценивать вероятные границы погрешностей, за пределы которых они не должны выходить. Это дает возможность для каждого конкретного случая выбирать средства и методы измерения, обеспечивающие получение результата, погрешности которого не превышают заданных границ с необходимой достоверностью. Достоверность измерений характеризует степень доверия к результатам измерений. Достоверность оценки погрешностей определяют, используя законы теории вероятностей и приемы математической статистики [1].

Проводя лабораторный анализ образца (пробы) в нескольких повторностях, мы получаем результаты, которые в той или иной степени отличаются друг от друга.

Некоторые полученные результаты могут вызывать сомнение. Существуют статистические критерии, с помощью которых можно провести количественную оценку «сомнительных величин», значительно отклоняющихся от среднего арифметического значения.

Так, при определении содержания сырой золы в травяной муке бобовых растений в 5-кратной повторности в пересчете на сухое вещество были получены следующие результаты, в % : 9,9; 10,3; 9,5; 9,3; 12,0. Здесь вызывает сомнение последняя величина (12,0). Для оценки правомерности отбрасывания вызывающего сомнение результата вычисляют фактически полученное значение критерия оценки ( $T_{\phi}$ ), которое сравнивают со стандартным значением критерия  $T_{\max, p}$ , взятого из таблицы 1. Фактическое значение критерия находят по формуле:  $T_{\phi} = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \cdot \sqrt{n}$ , где:  $x$  – результат анализа вызывающий сомнение;  $\bar{x}$  – средний результат анализа данной выборки;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение, которое находят по формуле:  $\sigma = \sqrt{\sum a^2 / (n - 1)}$  – сумму квадратов отклонений от среднего арифметического значения делят на число степеней свободы  $v = (n - 1)$  и извлекают корень;  $n$  – количество результатов измерений.

На основании проведенной математической обработки результатов измерений, получены данные : среднее арифметическое значение – 10,2; результат вызывающий сомнение – 12,0; среднее квадратическое отклонение 1,16; полученное фактическое значение критерия – 1,55. Для вероятности  $P = 0,95$  и объема выборки  $n = 5$ , стандартное значение критерия  $T_{\max, p}$ , взятое из таблицы 1 равно 1,92.

Поскольку фактическое значение критерия меньше стандартного,  $T_{\phi} < T_{\max, p}$ , (1,55 < 1,92), то результат вызывавший сомнение, не содержит грубой ошибки и нет оснований исключать его из данной выборки.

1.Стандартное значение критерия $T_{\max, p}$ , для выбраковки сомнительных результатов измерений в зависимости от объема выборки (n) и вероятности P					
Объем вы- борки, n	Вероятность P		Объем вы- борки, n	Вероятность P	
	0,95	0,99		0,95	0,99
3	1,41	1,42	28	2,93	3,26
4	1,71	1,73	29	2,94	3,28
5	1,92	1,97	30	2,96	3,29
6	2,07	2,16	35	3,02	3,36
7	2,18	2,31	40	3,08	3,42
8	2,27	2,43	45	3,12	3,48
9	2,35	2,53	50	3,16	3,52
10	2,41	2,62	60	3,22	3,58
11	2,47	2,69	70	3,28	3,64
12	2,52	2,75	80	3,33	3,70
13	2,56	2,81	90	3,37	3,74
14	2,60	2,86	100	3,40	3,77
15	2,64	2,90	120	3,46	3,83
16	2,67	2,94	150	3,53	3,90
17	2,70	2,98	200	3,61	3,98
18	2,73	3,02	300	3,73	4,09
19	2,75	3,05	400	3,80	4,17
20	2,78	3,08	500	3,87	4,24
21	2,80	3,11	600	3,92	4,28
22	2,82	3,13	700	3,96	4,32
23	2,84	3,16	800	3,99	4,35
24	2,86	3,18	900	4,02	4,38
25	2,88	3,20	1000	4,05	4,41
26	2,90	3,22	1500	4,14	4,50
27	2,91	3,24	2000	4,21	4,56

Метод математической статистики с принятой вероятностью дает возможность определить доверительные границы (интервал) среднего арифметического с учетом его погрешности. Погрешность среднего арифметического находят по формуле:  $m = \sigma : \sqrt{n} = 1,16 : 2,236 = 0,52$ . Доверительные границы для среднего арифметического с учетом его погрешности при вероятности  $P = 0,95$  составят:  $\bar{x} \pm t_p m = 10,2 \pm 2,78 \cdot 0,52 = 10,2 \pm 1,45 = 8,75 - 11,65$ . Для генеральной совокупности имеем следующие границы:

$$\bar{x} \pm 1,96\sigma = 10,2 \pm 1,96 \cdot 1,16 = 10,2 \pm 2,27 = 7,93 - 12,47$$

Значение критерия Стьюдента ( $t_p$ ) для числа степеней свободы  $v = n - 1$ , взято из таблицы 2.

2.Значение критерия Стьюдента $t_p$ при различном числе степеней свободы $v$ и вероятности $P = 0,95$					
Двусторонний критерий					
v	$t_p$	v	$t_p$	v	$t_p$
1	12,71	13	2,16	25	2,06
2	4,30	14	2,14	26	2,06
3	3,18	15	2,13	27	2,05
4	2,78	16	2,12	28	2,05
5	2,57	17	2,11	29	2,04
6	2,45	18	2,10	30	2,04
7	2,36	19	2,09	35	2,03
8	2,31	20	2,09	40	2,02
9	2,26	21	2,08	50	2,01
10	2,23	22	2,07	60	2,00
11	2,20	23	2,07	120	1,98
12	2,18	24	2,06	$\infty$	1,96

Таким образом, всякая выбраковка должна проводиться при строгом математическом обосновании правомерности выбраковки тех или иных полученных результатов и если это не противоречит характеру проводимого эксперимента.

Литература

Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Издательство Московского университета, 1972. – 268 с. и 270 с.