

Определение существенности различий между разными вариантами технологического процесса.

Последовательный анализ.

Существует базовая технология, в соответствии с которой выпускается продукция, имеющая определенные средние значения показателей качества. Предлагается к внедрению новая технология, позволяющая улучшить один или несколько показателей.

Необходимо доказать или опровергнуть гипотезу о том, что полученное улучшение показателей является не случайным и *выходит за пределы погрешности измерения показателя.*

Для проверки гипотезы о существенности различий поступают следующим образом:

1) Вначале убеждаются в *однородности дисперсий* показателя по базовой и новой технологиям. *Однородность дисперсий означает, что и в базовой, и в новой технологиях рассеивание значений относительно средних приблизительно одинаково.*

Проверка осуществляется по *критерию Фишера*:

$$F_p = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

где S_1^2 и S_2^2 – значения дисперсий в выборках, *причем в числитель всегда ставится большее значение из двух.*

Критерий Фишера сравнивается с табличным значением критерия, которое зависит от *доверительной вероятности и чисел степеней свободы для обеих дисперсий*.

Если $F_p < F_m$, то дисперсии однородны.

Если *дисперсии неоднородны*, то дальнейший анализ невозможен в силу существенного различия в стабильности значений показателя по новой и базовой технологиям.

Если дисперсия по новой технологии $S_{\text{нов}}^2$ существенно превышает дисперсию показателя по базовой технологии $S_{\text{баз}}^2$, то новая технология неприемлема.

2) Находим *суммарное число степеней свободы f* и *среднюю дисперсию S_{cp}^2*

$$f_i = n_i - 1$$

$$f = f_1 + f_2$$

$$S_{cp}^2 = \frac{S_1^2 f_1 + S_2^2 f_2}{f_1 + f_2}$$

3) Рассчитываем *критерий Стьюдента*:

$$t_p = \frac{|\overline{X}_1 - \overline{X}_2|}{\sqrt{S_{cp}^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

где \overline{X}_1 и \overline{X}_2 – средние значения показателя по обеим технологиям;
 n_1 и n_2 – число определений показателя в обеих выборках.

Полученное значение сравнивают с табличным, которое зависит от *уровня значимости и суммарного числа степеней свободы.*

Если $t_p \leq t_m$, то принимаем, что с принятой доверительной вероятностью \bar{X}_1 и \bar{X}_2 есть оценки одного и того же среднего значения, т.е. различия между технологиями *несущественны.*

Для того, чтобы проводить подобный анализ, необходимо иметь результаты измерений показателя по новой технологии в достаточном количестве, обеспечивающем погрешность не более допустимой.

Недостатком этой методики является то, что для ее проведения и последующей статистической оценки необходимо иметь значительное число измерений показателя по обеим технологиям. Если эксперимент является трудо-, материало- и энергоемким, то его реализация является достаточно сложной, т.е. целесообразным представляется максимально сократить его объем, получив при этом достоверные результаты.

Такая задача решается при помощи **последовательного анализа**, когда обработка информации проводится в ходе эксперимента по соответствующей технологии.

Суть методики заключается в следующем: как правило, для базовой технологии известны **среднее значение и среднеквадратичное отклонение S** . Для анализа надо определить последовательно значения интересующего нас показателя и знать их порядковые номера.

При принятии решения о предпочтительности нового варианта технологии *необходимо задать какое-либо интересующее нас увеличение или снижение показателя, обозначаемое d* .

Далее по формулам для принятых уровней значимости и доверительной вероятности рассчитываются **границы принятия решения** (L^- - нижняя и L^+ - верхняя границы) и накопленная разность **NR**

$$L^+ = \frac{d}{2}i + \frac{2S_0^2}{d} \ln \frac{\alpha}{p}$$

$$L^- = \frac{d}{2}i - \frac{2S_0^2}{d} \ln \frac{\alpha}{p}$$

$$NR = \sum_{i=1}^n y_i - y_0^{cp} i$$

где n – количество опытов;

S_0^2 – дисперсия изменения показателя по базовой технологии;

α, p – доверительная вероятность и уровень значимости;

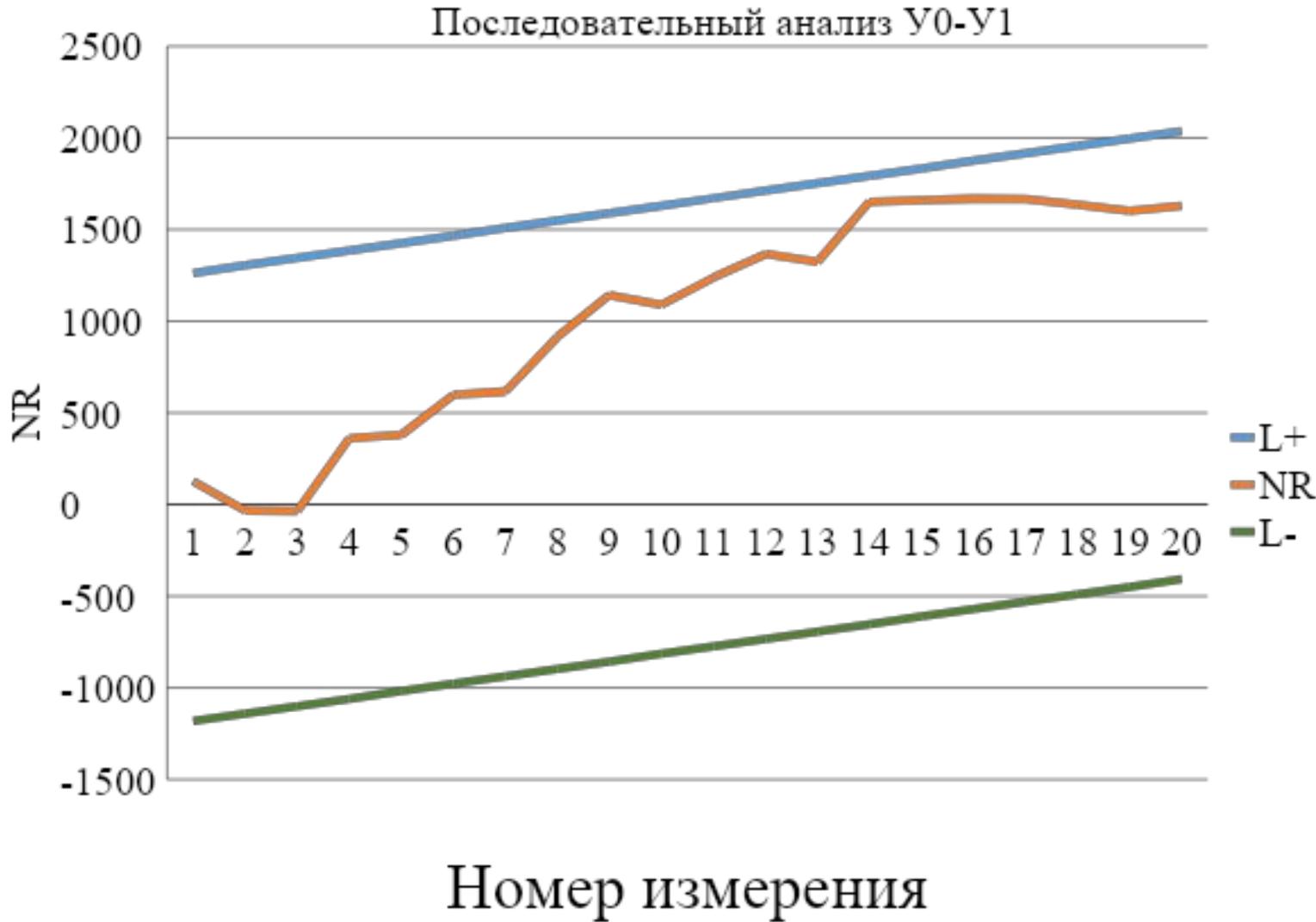
y_i – значение показателя качества по новой технологии в i -ом опыте;

y_0^{cp} – среднее значение показателя качества по базовой технологии.

Анализ данных удобно оформлять в виде таблицы (пример №1).

№оп	Показатель качества по новой технологии У1	Показатель качества по базовой технологи У0	Увеличение/снижение показателя на величину d	Стандартное отклонение S	Верхняя граница L+	Накопленная разница NR	Нижняя граница L-
1	3120	2992	82	130	1263	128	-1182
2	2830	2992	82	130	1304	-34	-1141
3	2990	2992	82	130	1345	-36	-1100
4	3390	2992	82	130	1386	362	-1060
5	3010	2992	82	130	1426	380	-1019
6	3210	2992	82	130	1467	598	-978
7	3010	2992	82	130	1508	616	-937
8	3290	2992	82	130	1549	914	-897
9	3220	2992	82	130	1589	1142	-856
10	2940	2992	82	130	1630	1090	-815
11	3140	2992	82	130	1671	1238	-774
12	3120	2992	82	130	1712	1366	-734
13	2950	2992	82	130	1752	1324	-693
14	3320	2992	82	130	1793	1652	-652
15	3000	2992	82	130	1834	1660	-611
16	3000	2992	82	130	1875	1668	-571
17	2990	2992	82	130	1915	1666	-530
18	2960	2992	82	130	1956	1634	-489
19	2960	2992	82	130	1997	1602	-448

На основании полученных данных строится графическая зависимость.



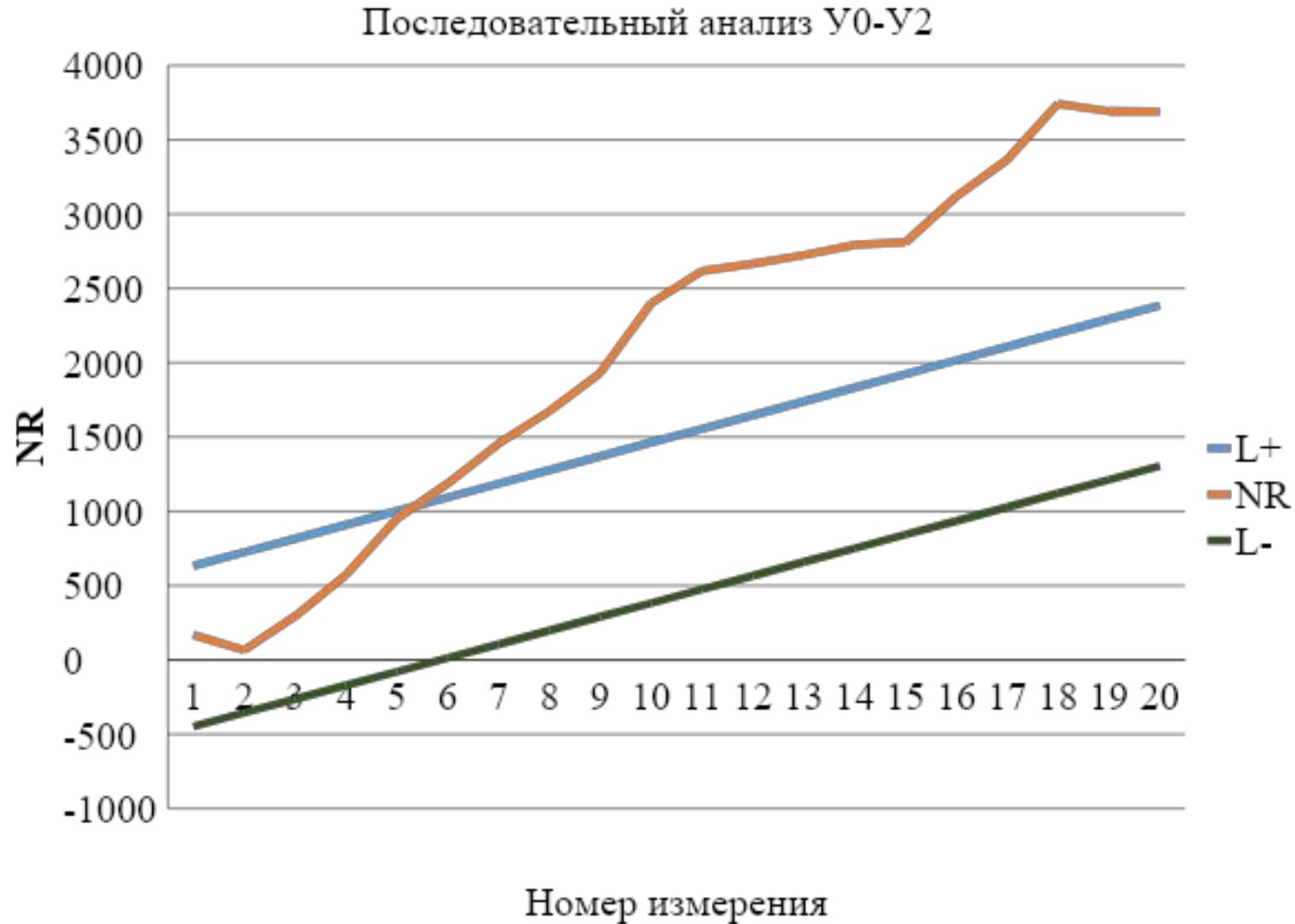
Если в результате проведения опытов *линия изменения показателя не выходит за рамки границ принятия решений*, то желаемое нами изменение показателя при заданных условиях проведения эксперимента *не достигнуто*.

Однако это не означает, что показатель не изменяется. Возможно, задано недостижимое значение улучшения показателя d , которое новой технологией не обеспечивается.

Пример №2

№оп	Показатель качества по <i>новой</i> технологии У2	Показатель качества по <i>базовой</i> технологи У0	Увеличение/снижение показателя на величину d	Стандартное отклонение S	Верхняя граница L+	Накопленная разница NR	Нижняя граница L-
1	3160	2992	185	130	632	168	-448
2	2890	2992	185	130	725	66	-356
3	3220	2992	185	130	817	294	-263
4	3270	2992	185	130	909	572	-171
5	3370	2992	185	130	1001	950	-79
6	3230	2992	185	130	1094	1188	13
7	3260	2992	185	130	1186	1456	106
8	3210	2992	185	130	1278	1674	198
9	3250	2992	185	130	1370	1932	290
10	3460	2992	185	130	1463	2400	382
11	3210	2992	185	130	1555	2618	475
12	3040	2992	185	130	1647	2666	567
13	3050	2992	185	130	1739	2724	659
14	3060	2992	185	130	1832	2792	751
15	3010	2992	185	130	1924	2810	844
16	3300	2992	185	130	2016	3118	936
17	3240	2992	185	130	2108	3366	1028
18	3370	2992	185	130	2201	3744	1120
19	3040	2992	185	130	2293	3602	1212

На основании полученных данных строится графическая зависимость.



Если же в результате реализации эксперимента *линия изменения показателя выходит за соответствующую характеру изменения границу* (при увеличении показателя – за верхнюю, при снижении – за нижнюю), то желаемая *цель достигнута*. Целесообразным считается проведение не более 8-10 опытов.