

Лекция № 9. Сынақ жоспары

Лекция мазмұны: қалпына келтірілетін және қалпына келмейтін жүйелердің сенімділігін тексерудің негізгі жоспарлары қарастырылады.

Лекция мақсаты: тест нәтижелері бойынша сенімділікті бағалаудың негізгі практикалық әдістеріне үйрету.

9.1. Сенімділік сынақтарының түрлері

Сенімділік сынақтарының мақсатына қарай олар түпкілікті (зерттеу) және бақылау болып бөлінеді.

Түпкілікті сынақтардың мақсаты сенімділік көрсеткіштерінің нақты мәндерін және қажет болған жағдайда жұмыс уақыты, ақаулар арасындағы уақыт, қалпына келтіру уақыты, істен шығу жылдамдығы және т.б. сияқты кездейсоқ шамалардың таралу заңдарының параметрлерін табу болып табылады.

Бақылау сынақтарының мақсаты сенімділік көрсеткіштерінің нақты мәндерінің стандарттар (СТРК), техникалық шарттар (ТҚ) және техникалық шарттар (ТС) талаптарына сәйкестігін тексеру, яғни. жүйенің сенімділігінің ұсынылған талаптарға сәйкестігі немесе сәйкес келмеуі туралы «иә-жоқ» шешімін қабылдау. Сенімділік көрсеткіштерін бағалаудан басқа, тестілеудің мақсаттары әдетте: істен шығу себептері мен заңдылықтарын зерттеу; сенімділікке әсер ететін конструкторлық, технологиялық және пайдалану факторларын анықтау; ең аз сенімді элементтерді, агрегаттарды, блоктарды, техникалық құралдарды анықтау; сенімділікті арттыру бойынша шаралар мен ұсыныстарды әзірлеу; техникалық қызмет көрсетудің ұзақтығы мен көлемін, қосалқы бөлшектердің санын және т.б.

Сенімділік сынақтары зертханалық (стендтік) және пайдалану жағдайында жүргізілуі мүмкін. Зертханалық жағдайларда сенімділік сынақтары әдетте техникалық жабдықта және кейбір жергілікті жүйелерде жүргізіледі.

Бұл сынақтар, әдетте, өндірістік зауыттарда немесе техникалық жабдықты әзірлейтін ұйымдарда жүргізіледі; олар түпкілікті және бақылаушы болуы мүмкін.

Зертханалық сынақтар кезінде сыртқы ортаның жүйеге, ең алдымен жұмыс жағдайларына әсерін модельдеуге болады.

Осы мақсатта арнайы қондырғылар қолданылады: температураны өзгертуге арналған жылу камералары, қысымды өзгертуге арналған қысым камералары, діріл тудыратын діріл стендтері және т.б.

Зертханалық сынақтар жұмыс кезінде пайда болатын бірдей әсерлер (температура, ылғалдылық, діріл және т.б.) және жұмыс жағдайларында жүргізілуі мүмкін.

Жұмыс жағдайында сенімділікті сынау автоматтандырылған жүйелердің және олардың элементтерінің тәртібі және қолданыстағы

технологиялық басқару объектісімен бірге тәжірибелік және (немесе) өнеркәсіптік пайдалану кезінде сыртқы ортаның әсері туралы ақпаратты жинау мен өңдеуден тұрады. Бұл сынақтар әдетте түпкілікті болып табылады. Сынақтың екі түрі де – операциялық және зертханалық – бірін-бірі толықтырады.

Пайдалану сынақтарының артықшылықтары мыналар болып табылады: температура, діріл, пайдаланушы және қызмет көрсетуші персоналдың біліктілігі сияқты қоршаған орта әсерлерінің әсерін табиғи түрде есепке алу; тестілеудің төмен құны, өйткені оларды іске асыру жұмыс жағдайларын имитациялайтын жабдыққа (өндірістік зауыттардағы сынақ алаңдары) қосымша шығындарды қажет етпейді, бұл салыстырмалы түрде қысқа мерзімде статистикалық сенімді ақпаратты алуға мүмкіндік береді.

Лабораториялық сынақтармен салыстырғанда операциялық сынақтардың кемшіліктері: белсенді эксперимент жүргізу мүмкін еместігі, экспериментатордың қалауы бойынша жүйелердің қоршаған орта параметрлерін өзгерту; ақпараттың сенімділігі төмен; уақтылы ақпарат аз, оны алудың басынан бастап барлық техникалық құралдарды жасағаннан, жүйелерді монтаждаудан және іске қосудан кейін орын алуы мүмкін.

Статистикалық зерттеулер үшін бастапқы ақпарат, оның негізінде сенімділік көрсеткіштері туралы қорытындылар жасалуы тиіс бақылаулардың нәтижелері болып табылады.

Бұл нәтижелер қалай алынғанына байланысты бірдей жүйелер үшін әртүрлі болуы мүмкін. Сынақтарды бастамас бұрын, сынақтарды өткізу керек ережені әзірлеу қажет. Мұндай ережені әзірлеу тестілеуді жоспарлау деп аталады. Жоспарды таңдау сынақтардың мақсатына байланысты.

Сенімділік көрсеткіштерін бағалаудың есептеу және эксперименттік әдістерінен басқа, есептеу және эксперименттік әдістер де бар. Мұндай әдістер, егер техникалық, экономикалық және ұйымдастырушылық себептер бойынша тәжірибелік әдістерді қолдану мүмкін болмаса немесе мүмкін болмаса, мысалы, толық сынауға болмайтын жүйелер үшін қолданылады.

9.2 Анықтау сынақтары

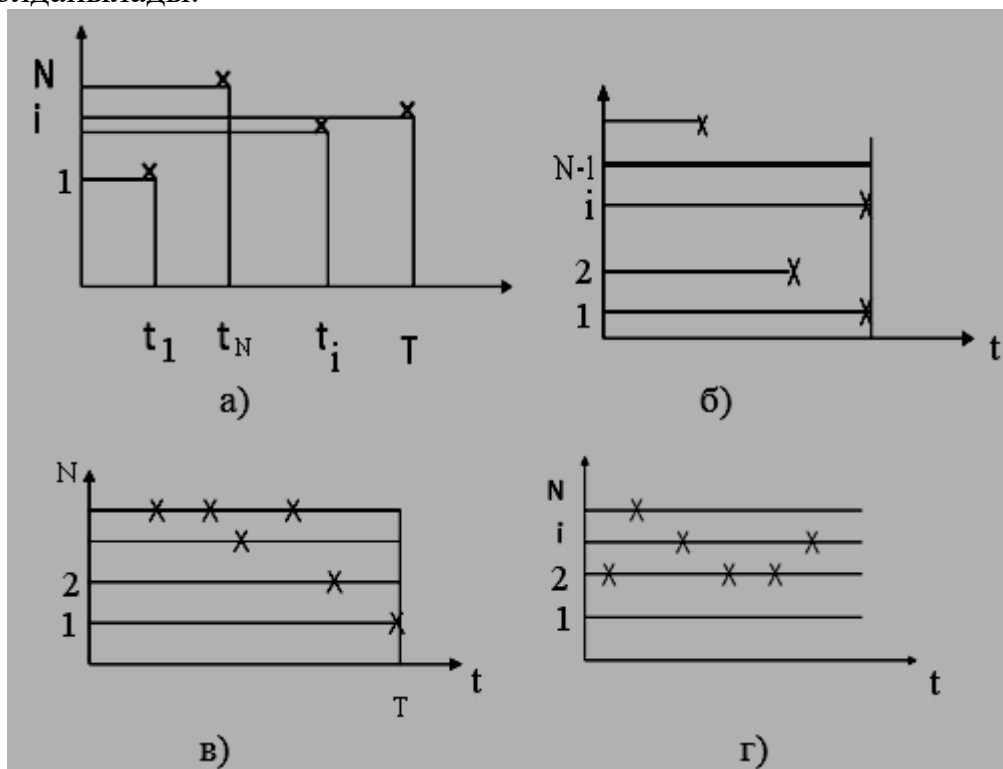
Тұтастай алғанда автоматтандырылған басқару жүйелері, олардың ішкі жүйелері, функциялары, техникалық құралдары және жүйелердің кез келген басқа элементтері түпкілікті сынақтарға ұшырауы мүмкін.

Анықтаушы сынақтар басталғанға дейін сынақ жоспары жасалады. Сынақ жоспары үлгі өлшемін, сынақтарды өткізу тәртібін және оларды тоқтату критерийлерін белгілейтін ережелерді білдіреді. Ең көп тараған түпкілікті сынақ жоспарларын қарастырайық.

Жоспардың атауы әдетте үш әріппен (сандармен) белгіленеді: олардың біріншісі сыналатын жүйелердің санын көрсетеді, екіншісі - ақаулық жағдайында сынақ кезінде R-ның болуы немесе U қалпына келтірулерінің болмауы, үшіншісі - сынақты аяқтау критерийі.

[NUT] жоспары жүйелерді бір уақытта сынауға сәйкес келеді.. Бұл жүйелер ақаулықтан кейін қалпына келтірілмейді (немесе олар қалпына

келтіріледі, бірақ бірінші істен шығудан кейінгі олардың мінез-құлқы туралы деректер сынақтарда ескерілмейді). Әрбір істен шыққан жүйенің жұмыс уақыты аяқталғаннан кейін сынақтар тоқтатылады. 9.1-суретте «х» белгісі ақаудың болуын көрсетеді; t_i - i -ші жүйенің істен шығу уақыты. Бұл жоспар әдетте \check{T} уақыт ішінде жүйенің ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығын анықтау үшін қолданылады.



Сурет 9.1 – Сынақ жоспарлары

Әрбір істен шыққан жүйенің жұмыс уақыты аяқталғаннан кейін сынақтар тоқтатылады. Бұл жоспар әдетте жүйенің белгілі бір уақыт \check{T} ішінде ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығын анықтау үшін қолданылады.

Жоспар [NUr] N бірдей қалпына келмейтін жүйелердің сынақтарына сәйкес келеді, алайда [NUT] жоспарынан айырмашылығы, сынақ істен шыққан жүйелер саны r -ге жеткенде тоқтатылады. 9.1,б-суретте r -ші ақау i -ші жүйеде орын алады. Егер $r = N$ болса, барлық жүйелер істен шыққаннан кейін тестілеу тоқтаған кезде [NUN] жоспарына көшеміз.

[NUr] жоспары әдетте экспоненциалды таралу жағдайында істен шығуға дейінгі орташа уақытты анықтау үшін, ал қалыпты таралу жағдайында [NUN] жоспары қолданылады. [NUN] жоспарына сәйкес сынақтар айтарлықтай уақыт пен сыналған жүйелердің санын талап етеді, бірақ эмпирикалық таралу функциясын толық анықтауға мүмкіндік береді. [NUr], [NUT] жоспарлары эмпирикалық тарату функциясын белгілі бір уақыт аралығы үшін ғана анықтауға мүмкіндік береді, аз ақпарат береді, бірақ сынақтарды тезірек аяқтауға мүмкіндік береді.

Жоспар [NRT] N жүйелерді сынауды сипаттайды және тестілеу кезінде істен шыққан жүйелер жаңасымен ауыстырылады немесе қалпына келтіріледі. Сынақтар әрбір позицияның жұмыс уақытынан кейін тоқтатылады \check{T} (позиция

деп біз стендтегі немесе объектідегі белгілі бір орынды түсінеміз, оған қатысты жұмыс уақыты осы позицияда орын алған ауыстыру немесе қалпына келтіруге қарамастан есептеледі (сурет). 9.1 в).

[NRr] жоспарын тестілеу кезінде істен шыққан жүйелер жаңаларымен ауыстырылған немесе қалпына келтірілген N жүйелерді сынауға сәйкес келеді. Барлық позициялардағы істен шыққан жүйелердің жалпы саны r-ге жеткенде сынақ тоқтатылады (9.1 г-сурет).

Жоспарлау тапсырмалары бақылаулардың ең аз көлемін анықтау болып табылады - сыналатын жүйелердің N санын таңдау, сонымен қатар [NU \checkmark] және [NR \checkmark] жоспарлары үшін бақылаулардың \checkmark ұзақтығын немесе [NUr] және [NRr] жоспарлары үшін істен шығу r санын анықтау.

Түпкілікті сынақтардың нәтижелері сенімділік көрсеткіштерінің нүктелік және интервалдық бағалары болуы керек.

Математикалық статистиканың нүктелік бағалау тұжырымдамасы. F(t,u) үлестірім функциясы бар кейбір T кездейсоқ шамасына қатысты k бақылаудың t₁, t₂, ..., t_k нәтижелері болсын және бұл үлестірімнің u параметрі белгісіз. u параметрін бағалау ретінде қарастыруға болатын t₁, ..., t_k бақылау нәтижелерінің $\checkmark = g(t_1, t_2, \dots, t_k)$ функциясын табу керек. Функциялардың мұндай таңдауымен g әрбір жиын (t₁, ..., t_k) сандық осьте \checkmark нүктесіне сәйкес болады, ол u параметрінің нүктелік бағасы деп аталады.

2-дәрісте берілген сенімділік көрсеткіштерінің статистикалық анықтамалары олардың нүктелік бағалары болып табылады. Бұл жағдайда істен шығуға дейінгі орташа уақытты бағалау [NUN] жоспарына сәйкес келеді, өйткені мұнда тексерілетін жүйелердің әрқайсысының істен шығуына дейінгі аяқталған (тестілеуде үзілмейтін) уақыт қарастырылады.

$$\tau \sim = \sum_{i=1}^N t_i / N$$

Бұл қатынас істен шығуға дейінгі кез келген бөлу заңдары үшін орындалады. [NUN] жоспарын қоспағанда, экспоненциалды таралу үшін істен шығуға дейінгі орташа уақыттың нүктелік бағасы.

$$\tau \sim = S / n_{\Sigma}$$

тестілеу кезінде барлық жүйелердің жалпы жұмыс уақыты;

n_{Σ} – тестілеу кезінде барлық жүйелердің ақауларының жалпы саны.

Мысалы, [NU \checkmark] жоспарымен.

$$S = \sum_{i=1}^L t_i + (N-L) * T$$

мұндағы L – (0, \checkmark) аралықта істен шыққан жүйелер саны;

t_i – істен шыққандар арасынан i-ші жүйенің істен шығу уақыты (i=1, L).

[NUr] жоспарымен

$$S = \sum_{i=1}^r t_i + (N-r) \cdot t_r$$

Жоспар [NRT] және ең қарапайым ағын үшін:

$$\tilde{\tau} = \tilde{\theta} = S/n_{\Sigma} = NT/n_{\Sigma}$$

(3.6) тармағына сәйкес экспоненциалды таралумен істен шығу жылдамдығының бағасын $\tilde{\lambda}$ істен шығуға дейінгі орташа уақытты бағалау арқылы анықтауға болады: $\tilde{\lambda} = 1/\tilde{\tau}$. Мысалы, [NUN] $\lambda = N / \prod_{i=1}^N t_i$ жоспарымен.

[NRT] жоспарымен істен шығу ағыны параметрінің бағасы $\tilde{\omega}$ істен шығу жылдамдығының бағалауымен сәйкес келеді $\tilde{\lambda}$:

$$\tilde{\omega} = \tilde{\lambda} = n_{\Sigma}/(NT)$$

Қалыпты тарату және [NUN] жоспарымен:

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (t_i - \tilde{\tau})^2}$$

Бағалаудың дәлдігін қарастыру үшін сенімділік интервалы түсінігі енгізілген. Аралық бағалау сенімділік аралығын анықтауды қамтиды. $F(t, V)$ таралу функциясы бар T кездейсоқ шама бойынша k бақылаудың t_1, t_2, \dots, t_k нәтижелері бар деп есептейік, мұнда V параметрі белгісіз. Бақылау нәтижелерінің $V_n = g_n(t_1, t_2, \dots, t_k)$ функциясын (V_n, ∞) берілген γ_1 ықтималдығы бар белгісіз V параметрін қамтитындай етіп табу керек:

$$P\{V > V_n\} = \gamma_1$$

V_n мәні бір жақты сенімділік ықтималдығы γ_1 болатын V параметрінің төменгі сенімділік шегі деп аталады.

Берілген γ_2 ықтималдығы үшін бірдей бақылаулар жиынынан $V_{BP} = g_{BP}(t_1, t_2, \dots, t_k)$ функциясын табуға болады, онда интервал $(0, V_{BP})$ γ_2 ықтималдығы бар V параметрін жабады:

$$P\{V < V_{BP}\} = \gamma_2$$

V_{BP} мәні бір жақты сенімділік ықтималдығы γ_2 болатын V параметрінің жоғарғы сенімділік шегі деп аталады.

Төменгі және жоғарғы сенімділік шектері сенімділік интервалын құрайды, ол ықтималдықпен γ сандық осьтегі V параметрінің белгісіз мәнін жабады. $\gamma_1 > 0,5$ және $\gamma_2 > 0,5$ үшін (γ_1 және γ_2 сенімділік ықтималдықтары әдетте кемінде 0,8 болып таңдалады.) (9.8) және (9.9) тармақтарына сәйкес:

$$P\{V_n < V < V_{BP}\} = 1 - P\{V < V_n\} - P\{V > V_{BP}\} = 1 - (1 - \gamma_1) - (1 - \gamma_2) = \gamma$$

мұндағы $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 - 1$

Әдетте $\gamma_1 = \gamma_2$, содан кейін $\gamma = 2\gamma_1 - 1$ деп қабылданады.

Бақылаулар саны неғұрлым аз болса (мысалы, сынақта істен шығулар саны соғұрлым көп) және γ сенімділік ықтималдық мәні неғұрлым аз болса,

соғұрлым сенімділік интервалы аз болады. Сенімділік интервалының шекараларын анықтау келесідей. Белгісіз V параметрінің \check{V} бағасы кездейсоқ шама болғандықтан, оның таралу заңын табамыз. Содан кейін кездейсоқ шама γ ықтималдығымен түсетін интервалды (V_H, V_{BP}) анықтаймыз.

9.3 Бақылау сынақтары

Ішкі жүйелер, техникалық құралдар және олардың элементтері әдетте бақылау сынақтарына тексеріледі. Техникалық жабдық үшін ақаусыз жұмысты бақылау сынақтары міндетті болып табылады.

Техникалық қызмет көрсетуге, сақталуына және беріктігіне сынақтар бұл белгілі бір құрылғыға (құралдарға) арналған стандарттарда, техникалық шарттарда немесе техникалық шарттарда көзделген жағдайларда жүзеге асырылады.

Ақаусыз жұмыс үшін бақылау сынақтарының жиілігі, әдетте, кемінде үш жылда бір рет. Бақылау сынақтарын жүргізу үшін біртекті құрылғылардың популяциясынан (партиясынан) белгілі бір үлгі алынады және осы партияға кіретін құрылғылардың сенімділігіне сынақтар жүргізіледі.

Үлгіні сынау нәтижелері бойынша бүкіл партияның талаптарға сәйкестігі туралы шешім қабылданады.

Есепті шешуге арналған математикалық аппарат математикалық статистикада зерттелетін статистикалық гипотезаларды тексеру әдістері болып табылады. Тексерілетін (немесе олар айтқандай, нөл) гипотеза ретінде партия сенімділік талаптарына сәйкес келеді, керісінше (балама) немесе партия осы талаптарға сай емес деген болжам қабылданады.

Сынақ нәтижелеріне сүйене отырып, келесі төрт жағдайдың бірі орын алады:

1) Топтама талаптарға сай болса; Сынақ нәтижелері бойынша нөлдік гипотеза расталып, партияны қабылдау туралы шешім қабылданды. Бұл шешім дұрыс.

2) Топтама талаптарға сәйкес келеді, бірақ сынақ нәтижелері нөлдік гипотезаны растамады. Бұл кездейсоқ іріктеуде жиынтықпен салыстырғанда істен шыққан құрылғылар саны артқандықтан орын алды. Балама гипотеза қабылданды; Бұл шешім дұрыс емес және құрал өндірушісі үшін тиімсіз. Бұл жағдайда қате орын алды, оның ықтималдығы жеткізушінің (өндіруші) тәуекелі α деп аталады.

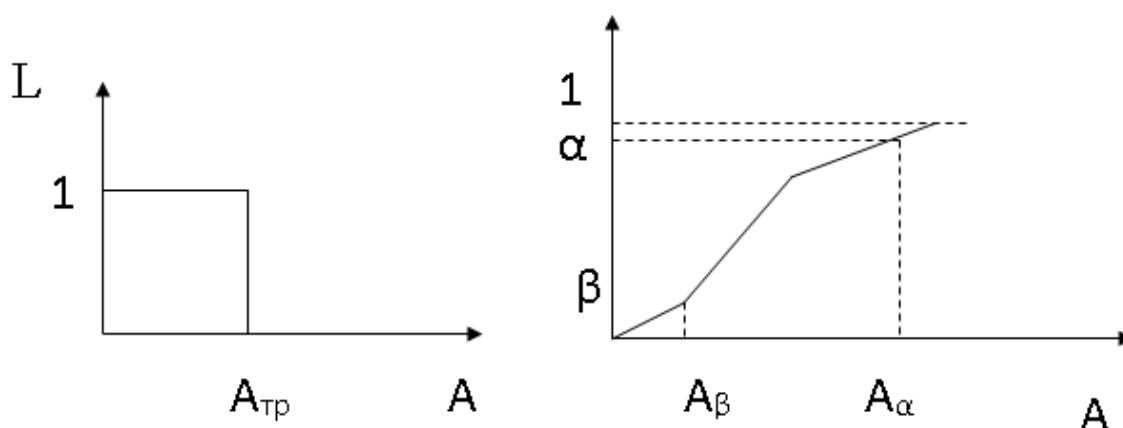
3) Топтама талаптарға сай емес, сынақ нәтижелері бойынша нөлдік гипотеза расталмады. Балама гипотеза қабылданады, яғни. партиядан бас тарту туралы шешім. Бұл шешім дұрыс.

4) Топтама талаптарға сай емес, бірақ сынақ нәтижелері сенімділік талаптарына сәйкестік туралы нөлдік гипотезаны растады, өйткені үлгіде бүкіл партиямен салыстырғанда істен шықпайтын құрылғылардың саны артқан. Шешім қабылданды, бірақ 2-тармақтан айырмашылығы, бұл өндірушіге емес, тұтынушыға - осы құрылғылардың тұтынушысына тиімді. Қате орын алды, оның ықтималдығы тұтынушы (тұтынушы) тәуекелі β деп аталады.

Әрине, екі катенің де мәндерін нөлге дейін азайтқан жөн. Мұндай шекті жағдай үшін партияны қабылдау L ықтималдығының A сенімділік көрсеткішіне (басқару жоспарының операциялық сипаттамасы деп аталады) тәуелділігі 9.2, а суретте келтірілген. Сенімділік көрсеткішінің қажетті мәні $A_{тр}$ болсын. Бұл жағдайда нөлдік гипотеза $A \geq A_{тр}$. Егер бұл әділ болса, онда ойын бірге тең ықтималдықпен және $\alpha=0$ қабылданады. Альтернативті гипотеза $A \leq A_{тр}$. Бұл жағдайда партия бірге тең ықтималдықпен қабылданбайды және $\beta=0$.

Алайда мұндай идеалды операциялық сипаттамаға қол жеткізу мүмкін емес, өйткені ол бақылаулардың шексіз көлемін қажет етеді.

Нақты жағдайда бақыланатын сенімділік көрсеткішінің екі деңгейі енгізіледі: қабылдау A_α және қабылдамау A_β (9.2,б-сурет).



9.2-сурет – Басқару жоспарларының идеалды (а) және нақты (б) пайдалану сипаттамалары

Егер $A \geq A_\alpha$ болса, онда құрылғыларды $L(A_\alpha)$ төмен емес жеткілікті жоғары ықтималдықпен қабылдау керек, егер $A \leq A_\beta$ болса, онда құрылғыларды $1 - L(A_\beta)$ төмен емес жеткілікті жоғары ықтималдықпен қабылдамау керек.). Бұл жағдайда жеткізушінің тәуекелі $\alpha=1-L(A_\alpha)$ тұтынушының тәуекелі $\beta=1-L(A_\beta)$ болады. Осылайша, біз $A \geq A_{тр}$ нөлдік гипотезасын тексеруді $A \leq A_{тр}$ баламасымен ауыстырамыз - басқа тапсырмамен $A \geq A_\alpha$ нөлдік гипотезаны $A \leq A_\beta$ баламасымен тексеру. A_α A_β -ға неғұрлым жақын болса, лоттың сәйкестігі туралы сенімді шешім қабылдау үшін қажетті сынақ көлемі соғұрлым көп болады.

Қабылдау деңгейінің A_β мәні A_α қабылдау деңгейін, құнын, ұзақтығы мен сынақ шарттарын және т.б. ескере отырып белгіленеді. Жеткізуші α және тұтынушы β тәуекелі әдетте 0,1-0,2 тең қабылданады, бірақ негізінен тұтынушы мен жеткізуші арасындағы келісім бойынша.

Сондай-ақ α және β басқа мәндерін таңдауға болады. Ақаусыз жұмысты бақылау сынақтары әдетте бір немесе екі сатылы әдісті қолдану арқылы жүзеге асырылады. Олардың біріншісін пайдаланған кезде сынақтар келесідей орындалады. d көлемінің үлгісіне енгізілген үлгілер t_i уақытына сыналады. Сынақтардың соңында орын алған істен шығулар саны n анықталады. Егер ол

A_α , A_β , α және β мәндеріне байланысты анықталатын c қабылдау санына тең немесе одан аз болса, онда нөлдік гипотеза расталады және партия қабылданады. Егер $n > c$ болса, онда альтернативті гипотеза расталады және ойын қабылданбайды. Бір сатылы әдіс, қалғандарының бәрі бірдей, тестілеудің ең аз күнтізбелік ұзақтығын қамтамасыз етеді; екі кезеңдік әдіс, бірдей шарттарда, ең аз орташа сынақ көлеміне мүмкіндік береді.