

## МАВЗУ. ВАҚТЛИ ҚАТОРЛАР

- 8.1. Вақтли қаторлар тўғрисида умумий тушунчалар.
- 8.2. Мультипликатив ва аддитив моделларнинг таркибий тузилиши.
- 8.3. Вақтли қаторларни текислаш усуллари.

## Вақтли қаторлар тўғрисида умумий тушунчалар

Маълум бир даврдаги турли ижтимоий – иқтисодий ҳодисаларни вақт бўйича (динамикада) характеристикаларини ифодалаш ва таҳлили қилиш учун бу жараёнларни характерловчи кўрсаткичлар ва усуллардан фойдаланилади.

Адабиётларда динамик қатор ва вақтли қатор тушунчаларидан фойдаланилади. “Динамик қаторлар” тушунчаси бир мунча тор маънода – белгининг ўсишга (пасайишга) маълум бир тенденцияси бор бўлган, йўналтирилган ўзгариши сифатида талқин этилади. Вақтли қатор тушунчаси остида албатта маълум бир тенденцияга эга бўлиши шарт бўлмаган, яъни қандайдир кўрсаткични даражасини статистик кетма-кетлиги кўринишида бўлган қаторлар даражаси тушунилади.

Шундай қилиб, “вақтли қатор”- бир мунча умумий тушунчадир. Бундай қатор қандайдир кўрсаткични ҳам динамик, ҳам стационар ташкил этувчилар даражалари кетма-кетлигини ўз ичига олади. Аммо адабиётларда кўпинча “динамик қатор”, ёки “қатор динамикаси” термини қўлланилади.

**Динамик қатор**- кетма-кет (хронологик тартибда) жойлашган статистик кўрсаткичлар қатори, уларнинг ўзгариши ўрганилаётган ҳодисани маълум бир ривожланиш тенденцияга эгалиги кўрсатади. Динамик қатор лаг ташкил этувчисини ўз ичига олади.

**Вақтли қатор**-вақт бўйича кетма – кет тартибда жойлашган сонли кўрсаткичлар қатори бўлиб, улар ҳодиса ёки жараёни ҳолати даражаси ва ўзгаришини характерлайди.

**Вақтли қаторнинг асосий элементлари:**

- Вақт кўрсаткичи  $t$
- Қатор даражаси  $y$

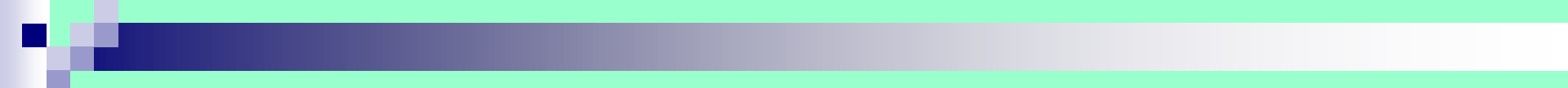
Вақт кўрсаткичидан боғланган ҳолда вақтли қаторлар моментли ва интервалли таснифланади

## Вақтли қаторлар турлари:

- Моментли (маълум бир санага)
- Интервалли (маълум бир давр ичида).



8.1.-расм. Вақтли қаторларни таснифи



Шунингдек, вақтли қаторлар саналар ўртасидаги оралик ва кўрсаткичларни мазмуни бўйича фарқланади. Мазмуни бўйича вақтли қаторлар кўрсаткичлари хусусий ва агрегацияланган кўрсаткичларидан ташкил топади. Хусусий кўрсаткичлар ҳодиса ва жараёнларни ажратиб, бир томонлама характерлайди (масалан, суткада ўртача сув истеъмол қилиш ҳажми кўрсаткичининг динамикасини): агрегацияланган кўрсаткичлар хусусий кўрсаткичлардан ҳосила ҳисобланади ва ўрганилаётган ҳодиса ва жараённи комплекс характерлайди (масалан, иқтисодий конъюнктуранинг кўрсаткичларини динамикаси) Вақтли қаторларни тузишда маълум қоидаларга риоя қилиш керак(талабларга), улар маълум бир шартларни бажармаслик оқибатида юзага келиши мумкин, бу эса қаторни солиштириб бўлмайдиган ҳолга олиб келиши мумкин (8.2.-расм).



8.2.-расм. Вақтли қатор даражаларини солиштириб бўлмаслик сабаблари

# Мультипликатив ва аддитив моделларнинг таркибий тузилиши

Вақтли қаторнинг умумий ташкил этувчи компоненталари:

$$y_t = u_t + \gamma_t + \varepsilon_t \text{ ёки } y_t = u_t * \gamma_t * \varepsilon_t$$

бу ерда

$u_t$ —қаторнинг умумий тенденциясини характерловчи, доимий (асосий) компонента;

$\gamma_t$ —мавсумий компонента (йил ичидаги тебранишлар) умумий кўринишда - циклик ташкил этувчи;

$\varepsilon_t$ —тасодифий компонента (тасодифий четга чиқиш).

Кўриниб турибдики, вақтли қаторнинг даражасини шакллантирувчи барча компонентлар учта гурпуага бўлинади, Асосий ташкил этувчи бўлиб **тренд** ҳисобланади. Ундан трендни ташкил этувчини ажратиб олинганидан кейин **мавсумий** ва **тасодифий** компоненталар қиймати қолади.

Агарда қаторнинг ташкил этувчиларининг барчаси аниқ топилган бўлса, унда тасодифий компонентанинг математик кутилиши нолга тенг бўлади ва унинг ўртача қиймат атрофида тебраниши доимийдир.

Вақтли қаторни ташкил этувчи компонентларини моделлари:

- $y_t = u_t + \gamma_t + \varepsilon_t$  – аддитив
- $y_t = u_t * \gamma_t * \varepsilon_t$  – мультипликатив

Вақтли қаторнинг асосий компонентаси бўлиб **тренд** ҳисобланади. Тренд – бу вақт бўйича қаторни барқарор тенденцияси бўлиб, озми-кўпми тасодифий тебранишлардан таъсиридан озоддир.

Мураккаб ижтимоий ҳодиса ва жараёнларнинг ўзгариш тенденциялари кўрсаткичларини фақат у ёки бу тенгламалар, тренд чизиклари билан тахминий ифодалаш мумкин.

Вақтли қаторларда одатда уч кўринишдаги тенденция ажратилади (8.3.-расм).

## Вақтли қаторларда тенденциялар кўриниши

Ўрта даража тенденцияси одатда математик тенглама ёрдамида ифодаланган тўғри чизиқнинг атрофида изланаётган ҳодисанинг ўзгараётган ҳақиқий даражасини ифодалайди:

$$Y_t = f_t + \varepsilon_t$$

Бу функциянинг мазмуни шундаки, тренднинг қийматлари вақтнинг айрим моментларида динамик қаторнинг математик кутилиши бўлади.

Дисперсия тенденцияси қаторнинг эмпирик даражалари ва детерминаланган компонентаси ўртасидаги фарқни ўзгариш тенденциясини характерлайди

Автокорреляция тенденцияси динамик қаторнинг алоҳида даражалари ўртасидаги алоқаларни характерлайди

8.3.-расм. Вақтли қаторларда тенденциялар кўриниши

Изланаётган тренд тенгламасини танлашда соддалик принципига амал қилиш керак, ва у бир нечта ҳилдаги чизиқлардан эмпирик маълумотларга энг яқинини (бир мунча соддасини) танлашдан иборат бўлади. Буни шу билан яна асослашадики, чизиқли тренднинг тенгламаси қанча мураккаб бўлса ва у қанча кўп параметрларни ўз ичига олса, уларнинг яқинлаш даражаси тенг бўлганида ҳам бу параметрларни ишончли баҳолаш шунча қийинлашиб боради. Амалиётда кўпинча қуйидаги асосий кўринишдаги вақтли қаторлар трендларидан фойдаланилади:

- *тўғри чизиқли*
- *парабола*
- *Экспоненциал*
- *Гипербола*
- *логистик.*

Худди шунингдек тенденциялар типлари ва тренд тенгламалари ҳам бўлинади.

Эконометрик изланишларда танланган модел бўйича юқорида санаб ўтилган ҳар бир компонентани **миқдорий таҳлили** ўтказилади.

Трендни ажратиб олишдан аввал, унинг мавжудлиги тўғрисидаги **гипотезани** текшириш зарур. Амалда тренднинг мавжудлигини текшириш учун бир нечта мезонлар мавжуд, аммо асосий бўлиб схемада келтирилган иккита мезон ҳисобланади.



Ўртачаларни айирмасини мавжудлиги ҳақидаги гипотеза текширилади: бунинг учун вақтли қатор икки тенг ёки деярли тенг қисмларга бўлинади. Гипотезанинг текшириш мезони сифатида Стюдент мезони қабул қилинади.

Агарда  $t \gg t_\alpha$  бўлса, бунда  $t$  – Стьюдент мезонининг ҳисобланган қиймати;  $t_\alpha$  – моҳиятлилик даражаси  $\alpha$ –да жадвалдаги қиймат, унда тренднинг мавжуд эмаслиги ҳақидаги гипотеза инкор этилади; агарда  $t < t_\alpha$  бўлса у ҳолда ( $H_0$ ) гипотеза қабул қилинади.

Фостер – Стюарт усулиҳодисанинг тенденцияси ва вақтли қатор даражаларининг дисперсиясини трендини мавжудлиги аниқланади. Кўпинча бу усул вақтли қаторни чуқур таҳлил қилишда ва уни бўйича прогнозларни тузишда қўлланилади

Чизикли тренднинг энг соддаси бўлиб тўғри чизик ҳисобланади, ва у чизикли тенглама тренди билан ифодаланади:

$$\hat{y}_i = a_0 + a_1 \cdot t_i,$$

бунда  $\hat{y}_i$  –  $i$ -номерли йил учун тренднинг текисланган (назарий) даражалари;

$t_i$  –вақтли қаторнинг даражалари тегишли бўлган моментлар ёки вақт давлари номерлари;

$a_1$  –тренд параметрлари.

### Чизиқли тренд параметрларининг характеристикаси

Параметр	Параметр мазмуни
$a_0$	Тренд коэффиценти, санок боши деб қабул қилинган момент даражаси ёки вақт даври учун, миқдордан ўртача текисланган даражага тенг бўлади.
$a_1$	Тренд коэффиценти, вақт бирлигида қаторнинг даражаларини ўртача ўзгаришини характерлайди.

Тренд параметрлари қийматларивазн кичик квадратлар усули бўйича аниқланади. Бунинг учун нормал тенгламалар тизими тузилади:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n t_i \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i = a_0 \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 \end{cases}$$

Икки номаълумли тенгламаларни ечиш учун санок бошини қаторнинг ўртасига ўтказилади. Вакт даврларини қаторнинг аниқ ўртасидан номерлаганда номерларнинг  $t_i$  ярми манфий қиймат бўлади, ва ярми – мусбат, яъни бундай ҳолда нормал тенгламалар тизими қисқаради.

Чизикли тренд учун соддалашган нормал тенгламалар тизими:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na_0; \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i = a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 \end{cases}$$

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}$$

Чизикли тренднинг асосий хусусиятлари:

1) Тенг вақт ораликларида тенг ўзгариши

2) Агарда ўртача абсолют ўсиш – мусбат қиймат, унда нисбий ўсиш қиймати, ёки орта бориш темпи, аста –секин камаяди

3) Агарда ўртача абсолют ўзгариш – манфий қиймат, унда нисбий ўзгариш, ёки қисқариш темпи, камайиб бораётган олдинги даражага нисбатан аста-секин абсолют қиймати бўйича ортиб боради

4) Агарда даражани қисқариши тенденцияси мавжуд бўлса, ва ўрганилаётган қиймат аниқланиши бўйича мусбат, унда ўртача ўзгариш ўртача даражадан катта бўлиши мумкин эмас

5) Кетма-кет даврлар учун абсолют ўзгаришларнинг айирмаси нолга тенг.

Параболик тренд одатда II тартибли полином орқали ифодаланади, унинг тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t_t + a_2 t_t^2$$

### Парабола тенгламасини параметрлари қийматлари

Параметр	Параметр мазмуни
$a_0$	Тренд коэффиценти ҳисоб боши деб қабул қилинган момент ёки давр учун, ўртача текисланган даражага миқдордан тенг, ( $t_i = 0$ )
$a_1$	Тренд коэффиценти, бутун давр ичида йиллик ўртача ортишни ўртачасини характерлайди, энди у константа ҳисобланмайди, ва ўртача тезланиш билан бир текисда, 2 $a_2$ тенг ўзгаради
$a_2$	Тезланишни характерловчи, тенгламанинг бош параметри

Парабола трендининг асосий хусусиятлари:

- 1) Тенг бўлмаган, аммо тенг вақт оралиғида бир текисда ортиб боровчи ёки камайиб боровчи абсолют ўзгаришлар кузатилади
- 2) Парабола иккита шохга эга: белгининг даражаси ортиши билан юқорига йўналтирилган ва камайиши билан пастга йўналтирилган бўлади
- 3) Тенгламанинг эркин хади кўрсаткичнинг ҳисоб боши моментидаги қиймати сифатида одатда мусбат қиймат бўлади, тренднинг характери ва параметрларнинг ишоралари билан аниқланади.

а)  $a_1 > 0$  ва  $a_2 > 0$  бўлганида шоҳ юқорига йўналтирилган бўлади, яъни даражаларни тезлашган ўсиши кузатилади;

б)  $a_1 < 0$  ва  $a_2 < 0$  бўлганида шоҳ пастга йўналтирилган бўлади, яъни даражаларни тезлашган қисқариши кузатилади;

в)  $a_1 > 0$  ва  $a_2 < 0$  бўлганида шоҳ юқорига йўналтирилган бўлади, даражаларни секинлашган ўсиши кузатилади, ёки параболанинг иккала шохи - ўсиб ва пасайиб боровчи, агарда уларни ягона жараён деб ҳисобланса;

г)  $a_1 < 0$  ва  $a_2 > 0$  бўлганида шоҳ пастга йўналтирилган бўлади, яъни даражаларни секинлашган қисқариши кузатилади, ёки параболанинг иккала шохи - пасайиб ва ўсиб боровчи, агарда уларни ягона жараён деб ҳисобланса;

4) Занжирли темпларнинг ўзгариши ёки камаяди, ёки баъзи вақтда ортиб боради, аммо етарлича узоқ вақт даврида эртами ёки кеч ўсиш темплари албатта пасайишни бошлайди, даражанинг қисқариш темпи эса  $a_1 < 0$  ва  $a_2 < 0$  бўлганида албатта ўсишни бошлайди (нисбий ўзгаришнинг абсолют қиймати бўйича).

Парабола трендининг параметрлари энг кичик квадратлар усули бўйича ҳисоблаш учун қуйидаги учта номаълумли нормал тенгламалар тизими курилади:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = na + a_1 \sum_{i=1}^n t_i + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^2; \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i = a_0 \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^3; \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i^2 = a_0 \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^n t_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^n t_i^4 \end{cases}$$

Гипербола кўринишининг энг содда формасидан бири –қуйидаги кўринишдаги тенгламадир:

$$\hat{y}_i = a_0 + \frac{a_1}{t_i}$$

#### Гипербола тенгламасининг параметрлари мазмуни

Параметр	Параметр мазмуни
$a_0$	Гипербола эркин хади, қаторнинг даражалари интилаётган чегара
$a_1$	Гиперболанинг асосий хади: <ul style="list-style-type: none"> <li>агарда <math>a_1 &gt; 0</math> бўлса, унда тренд пасайиб борувчи даражалар тенденциясини ифодалайди ва <math>t \rightarrow \infty, \hat{y} \rightarrow a_0</math></li> <li>агарда параметр <math>a_1 &lt; 0</math> бўлса, унда <math>t</math>-нинг ортиши, яъни вақтни ўтиши билан. Тренд даражалари ортиб (ўсиб) боради ва <math>a_0</math> қийматга интилади <math>t \rightarrow \infty</math> да.</li> </ul>

Гипербола трендининг хусусиятлари:

1)  $a_1 > 0$  бўлганида даражалар секин аста пасаядилар ва  $y \rightarrow a_0$ ; худди шунингдек манфий абсолют ўзгаришлар ва мусбат тезлашишлар киймати камаяди, занжирли темп ўзгаришлари ортади ва 100% интилади

2)  $a_1 < 0$  бўлганида даражалар секин аста ортиб боради ва  $\hat{y} \rightarrow a_0$ ; худди шунингдек мусбат абсолют ўзгаришлар ва манфий тезлашишлар киймати камаяди, занжирли темп ўзгаришлари ва 100% интилиб, секин – аста камаяди

### 8.3. Вақтли қаторларни текислаш усуллари.



### 8.4.-расм. Вақтли қаторларни текислаш усуллари

Иқтисодий қаторлар динамикаси тенденциясини аниқлаш вақтида кўпчилик ҳолларда турли даражадаги полиномлар:

$$\hat{y}(t) = \left[ a_0 + \sum_{i=1}^k a_i t^i \right]^u \quad \begin{matrix} (i = -1, 0, 1, \dots, k) \\ (u = -1, 1) \end{matrix}$$

ва экспоненционал функциялар қўлланилади:

$$y(t) = \left[ e^{a_k + \sum_{i=1}^k a_i t^i} \right]^u \quad \begin{matrix} (i = -1, 0, 1, \dots, k) \\ (u = -1, 1) \end{matrix} \quad (8.1)$$

Шуни қайд этиб ўтиш лозимки, функция шакли тенглаштирилаётган қаторлар динамикаси характерига мувофиқ, шунингдек, мантикий асосланган бўлиши лозим.

Полиномнинг энг юқори даражаларидан фойдаланиш кўпчилик ҳолларда ўртача квадрат хатоларининг камайишига олиб келади. Лекин бундай вақтларда тенглаштириш бажарилмай қолади.

Тенглаштириш параметрлари бевосита энг кичик квадратлар усули ёрдамида баҳоланади. Экспоненционал функция параметрларини баҳолаш учун эса бошланғич қаторлар қийматини логарифмлаш лозим.

Нормал тенгламалар системаси қуйидагича бўлади:

а)  $k$  тартибли полином учун:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 + \dots + a_k \sum t^k = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 + \dots + a_k \sum t^{k+1} = \sum yt \\ \dots \\ a_0 \sum t^k + a_1 \sum t^{k+1} + a_2 \sum t^{k+2} + \dots + a_k \sum t^{2k} = \sum yt^k \end{cases} \quad (8.2)$$

б) экспоненциал функция учун:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 + \dots + a_k \sum t^k = \sum \ln y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 + \dots + a_k \sum t^{k+1} = \sum t \ln y \\ \dots \\ a_0 \sum t^k + a_1 \sum t^{k+1} + a_2 \sum t^{k+2} + \dots + a_k \sum t^{2k} = \sum t^k \ln y \end{cases} \quad (8.3)$$

Агар тенденция кўрсаткичли функцияга эга бўлса, яъни

$$y_t = a_0 a_1^t$$

бўлса, ушбу функцияни логарифмлаб, параметрларини энг кичик квадратлар усули ёрдамида аниқлаш мумкин. Ушбу функция учун нормал тенгламалар системаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\begin{cases} n \ln a_0 + \ln a_1 \sum t = \sum \ln y \\ \ln a_0 \sum t + \ln a_1 \sum t^2 = \sum t \ln y \end{cases} \quad (8.4)$$

Кўпинча бошланғич маълумотлар асосида қаторлар динамикасининг ривожлантириш тенденциясини тавсия этиш учун энг қулай функция қайси бири эканлигини ҳал қилиш масаласи мураккаб бўлади. Бундай ҳолларда функция шаклларини аниқлашнинг қуйидаги икки хил усулидан фойдаланиш мумкин: ўрта квадратик ҳатолар минимуми усули билан функция танлаш; дисперсион таҳлил усулини қўллаш орқали функция танлаш.

Мантикий таҳлил ҳамда тадқиқот туфайли қўлга киритилган шахсий тажриба асосида қатор турли хил функциялар танлаб олинади ва уларнинг параметрлари баҳоланади. Шундан сўнг ҳар бир функция учун қуйидаги формула асосида ўрта квадратик ҳатолар аниқланади:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{n - k - 1}}, \quad (8.5)$$

бу ерда:  $y_t$  – қаторлар динамикасининг қиймати;

$\hat{y}_t$  – қаторлар динамикаси қийматларини тенглаштириш;

$k$  – функция параметрлари сони.

Мазкур усул фақат тенглама параметрларининг тенг сонда натижалар беради.

Иккинчи усул дисперсияларни таққослашдан иборат. Ўрганилаётган қаторлар динамикаси умумий вариациясини икки қисмга, яъни тенденциялар туфайли содир бўладиган вариациялар ва тасодифий вариациялар ёки  $V = V_1 + V_2$  бўлиши мумкин.

Умумий вариация қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$V = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, \quad (8.6)$$

бу ерда,  $\bar{y}$  – қаторлар динамикасининг ўртача даражаси.

Тасодифий вариациялар қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$V_2 = \sum_{i=1}^n \left( y_i - \hat{y}_i \right)^2. \quad (8.7)$$

Умумий ва тасодифий вариацияларнинг фарқи тенденциялар вариацияси ҳисобланади:

$$V_1 = V - V_2. \quad (8.8)$$

Тегишли дисперсияларни аниқлашда даража эркинлиги қуйидагича бўлади:

1. Тенденциялар туфайли дисперсиялар учун даража эркинлиги сони текислаш тенгламаси параметрлари сонидан битта кам бўлади.

2. Қаторлар динамикаси даражаси сони билан текислаш тенгламаси параметрлари сони ўртасидаги фарқ тасодифий тенденциялар учун даража эркинлиги сонига тенг бўлади.

3. Умумий дисперсиялар учун даража эркинлиги сони қаторлар динамикаси даражаси сонидан битта кам бўлади. Чизиқли функция учун дисперсиялар қуйидагича ҳисобланади:

$$S^2 = \frac{V}{n-1}, \quad (8.9)$$

$$S_1^2 = V_1, \quad (8.10)$$

$$S_2^2 = \frac{V_2}{n-2}. \quad (8.11)$$

Дисперсиялар аниқлангандан сўнг  $F$  - мезоннинг эмпирик қиймати ҳисобланади:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (8.12)$$

Олинган қийматни эркинлик ва эҳтимоллик даражасига мувофиқ аниқланган жадвал қиймати билан таққосланади.

Агар  $F > F_\alpha$  кўринишидаги тенгсизлик бажарилса, у ҳолда таҳлил қилинаётган тенглама ифодаланаётган тенденция учун тўғри келади. Бундай ҳолларда таҳлил қилишни мантиқий тушунчаларга мос келадиган оддий тенгламалардан бошлаб, аста-секин керакли даража аниқлангунча қадар мураккаброқ даражаларга ўтиб бориш лозим.

Тренд аниқлангандан кейин бошланғич қаторлар динамикасига тегишли даражада тренднинг қиймати олинади. Таҳлил бундан кейин тренддан четга чиқиши мумкин.

$$z(t) = y(t) - \hat{y}(t) \quad (8.13)$$

$z(t)$  четга чиқиши  $\sigma^2$  арифметик дисперсияли ўртача нолга тенг бўлади.

Тенглама параметрларини аниқлаш зарур:

$$\hat{y}(t) = a_0 + a_1 t, \quad (8.14)$$

$$\hat{y}'(t) = a'_0 + a'_1 t \quad (8.15)$$

Нормал тенгламалар системаси тўғри чизиқли тенгламалар учун қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum ty \end{cases} \quad (8.16)$$

Динамика тенденциясини аниқлашнинг энг содда усули **қатор даражалари даврини узайтириш** усулидир. Бу усулда кетма-кет жойлашган қатор даражалари тенг сонда олиб қўшилади, натижада узунроқ даврларга тегишли даражалардан тузилган янги ихчамлашган қатор ҳосил бўлади.

**Ўртача сирғалувчи усул** - бу қатор даражаларини бирин-кетин маълум тартибда суриш йўли билан ҳисобланган ўртача даражадир. Ўртача сирғалувчи усулда қатор кўрсаткичларидан доимо тенг сонда олиб, улардан оддий арифметик ўртача ҳисоблаш йўли билан аниқланади. Уларни тоқ ёки жуфт сонда олинадиган қатор кўрсаткичлари асосида ҳисоблаш мумкин.

Оддий тенглаштириш ўрталикдаги  $p$  узунликдаги вақт учун оддий ўрта арифметик ҳисоблашдан тузилган янги қатор тузишга асосланади:

$$y_k = \frac{\sum_{t=k}^{p+k} y_t}{p} \quad (k=1, 2, \dots, N-p+1), \quad (8.17)$$

бу ерда,  $p$  – тенглаштириш даври узунлиги вақтли қаторлар характерига боғлиқ бўлади;  $k$  – ўртача қийматнинг тартиб номери.

Вазли тенглаштириш турли нуқтадаги қаторлар динамикаси учун вазли ўртача қийматларни ўртачалаштиришдан иборат.

Биринчи  $2p+1$  қаторлар динамикасини олиб кўрайлик ( $p$  одатда 1 ёки 2 га тенг). Тенденциялар функцияси сифатида қандайдир:

$$y_t = \sum_{i=0}^k a_i t^i \quad (8.18)$$

(8.18) тўла даражасини олайлик.

Унинг параметрлари

$$a_0 \sum_{-p+1}^{p+1} t^i + a_1 \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+1} + \dots + a_k \sum_{-p+1}^{p+1} t^{i+k} = \sum_{-p+1}^{p+1} y_t t^i \quad (8.19)$$

тенгламаси ёрдамида энг кичик квадратлар усули билан аниқланади.

Кўпхад (полином) ўртача даражаси  $p+1$  нуктасига жойлашган.  $a_0$  га нисбатан тенгламани ечсак:

$$a_0 = b_1 y_1 + b_2 y_2 + \dots + b_{2p+1} y_{2p+1} \quad (8.20)$$

ҳосил қиламиз. Бу ердаги  $b_i$  қиймати  $p$  ва  $k$  моҳиятига боғлиқ бўлади. Ҳосил бўлган тенглама (8.4) биринчилардан  $2p+1$  қаторлар динамикаси қийматининг вазнли ўртача қиймат арифметикаси ҳисобланади.

Экспоненциал усули ҳозирги пайтда, динамик қаторларга асосланган усуллардан энг муҳим усул деб ҳисобланади. Динамик қаторларни башоратлашда маълумотларни йилдан йилга ўзгартиришини эътиборга олиш зарур. Охирги йиллардаги ўзгариш тенденциясини аҳамиятини ошириб, динамик қаторни биринчи йиллардаги ўзгариш тенденциясини аҳамиятини камайтириш зарур.

Башоратлаштиришнинг оддий моделларидан бири бўлган вақтли функциясини кўриб ўтамиз. Умумий ҳолда вақт бўйича олинган функциясини

$$y_t = f(t) \quad (8.21)$$

$$y_t = a_0 + a_1 t \quad (8.22)$$

кўринишида ифодалаш мумкин.

Айрим ҳолларда вақтли қатор параметрлари маълум бир ораликда ўзгариши мумкин.

Фараз қилайлик:

$$y = a_0 + a_1 t \quad (8.23)$$

кўринишидаги чизикли функция берилган бўлсин. Бу ердаги  $a_0$  ва  $a_1$  параметрларни топиш учун ўртача экспоненциал  $S_{i1}(y)$  ва  $S_{i2}(y)$  миқдорларни топамиз.

$$S_{i1}(y) = a_0 + \frac{1 - \alpha}{\alpha \times a_1} \quad (8.24)$$

$$S_{i2}(y) = a_0 + \frac{2(1 - \alpha)}{\alpha \times a_1} \quad (8.25)$$

Агар бу системани  $a_0$  ва  $a_1$  га нисбатан ечсак, қуйидагиларни ҳосил қиламиз:

$$a_0 = 2S_{i1}(y) - S_{i2}(y) \quad (8.26)$$

$$a_1 = \frac{1}{1 - \alpha} [S_{i1}(y) - S_{i2}(y)] \quad (8.27)$$

$k$  даражадаги экспонента рекурент формуласи орқали топилади.

$$S_{ik}(y) = \alpha S_{i,k-1}(y) + (1 - \alpha) S_{i-1,k}(y) \quad (8.28)$$

бу ерда  $\alpha = \frac{2}{m} + 1$

$m$ -кузатувлар сони.

Умуман олганда  $0 < \alpha < 1$  бўлади.

Агар  $\alpha$  параметр 1 га яқин бўлса, прогнозлаштириш учун кейинги ҳолатлар ҳисобга олинади. Агар  $\alpha \rightarrow 0$  бўлса прогнозда илгари ҳолат назарда тутилади.

ЭЪТИБОРИНГИЗ УЧУН РАҲМАТ !