

TOSHIKENT MOLIYA INSTITUTI
«STASTISTIKA» KAFEDRASI

**Mavzu: Dinamikani statistik
o'rganish usullari**

REJA:

1. **Vaqtli qatorlar, vaqtli qatorlarning turlari : momentli va davriy. Mutloq, nisbiy va o`rtacha vaqtli qatorlar.**
2. **Vaqtli qatorlarni tekislash usullari**
3. **Biznesda prognozlash (bashoratlash).**
4. **Vaqtli qatorlarning multiplikatli modelining klassik komponentlari.**
5. **Yillik vaqtli qatorlarini silliqdash (tekislash).**
6. **Eng kichik kvadratlar usuli yordamida trendlarni aniqlash va prognozlash.**
7. **Avtoregressiya va prognozlash yordamida trendni aniqlash.**
8. **Prognozlashning adekvatli modelini tanlash.**
9. **Vaqtli qatorlarni mavsumiy malumotlar asosida prognozlash.**

1. Vaqtli qatorlar, vaqtli qatorlarning turlari : momentli va davriy. Mutloq, nisbiy va o`rtacha vaqtli qatorlar.

Vaqtli qatorlari deb, ijtimoiy hodisa va jarayonlarning vaqt bo'yicha o'zgarishini tavsiflovchi sonlar qatoriga aytiladi.

Vaqtli qatorlari hodisalarni tavsiflash vaqtiga ko'ra *momentli* va *davriy* vaqtli qatorlariga bo'linadi.

Davriy vaqtli qatorlari o'rganilayotgan hodisa va jarayonlarni ma'lum davr oralig'i (interval)dagi holatini ifodalaydi. Masalan, bir oy (yoki yil) da ishlab chiqarilgan mahsulot, sotilgan tovarlar hajmi, ekilgan er maydoni va h.k.

Momentli vaqtli qatorlari o'rganilayotgan hodisa va jarayonlarni ma'lum bir aniq momentga holatini ifodalaydi. Masalan, aholi soni, kassadagi pul qoldig'i va hokazo.

Hodisa va jarayonlarning dinamikasiga umumlashtirib baho berish uchun qatorning o'rtacha ko'rsatkichlari hisoblanadi.

Intervalli (davriy) vaqtli qatorlarining o'rtacha darajasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\bar{Y} = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n}{n} = \frac{\sum Y}{n}$$

Moment(payt)li vaqtli qatorlarining hadlari orasidagi sanalar teng bo'lsa, o'rtacha daraja o'rtacha xronologik formula asosida aniqlanadi.

$$\bar{Y} = \frac{\frac{1}{2}Y_1 + Y_2 + \dots + \frac{1}{2}Y_n}{n-1}$$

Agarda momentli(payt) vaqtli qatorlarida hadlar orasidagi sanalar teng bo'lmasa, u holda o'rtacha arifmetik tortilgan formula asosida aniqlanadi.

$$\bar{Y} = \frac{\sum t_i Y_i}{\sum t_i}$$

O'rganilayotgan hodisa va jarayonlarning dinamikasini miqdoriy tomondan baholashda quyidagi statistik ko'rsatkichlar qo'llaniladi:

- mutlaq qo'shimcha o'zgarish;
- o'zgarish sur'ati;
- qo'shimcha o'zgarish sur'ati;
- bir foiz o'zgarishning mutlaq mohiyati.

1) Mutlaq qo'shimcha o'zgarish. O'rganilayotgan davr darajasini oldingi yoki bazis davr darajasidan farqini ifodalaydi.

- Bazisli usulda Z
$$\Delta_{y_0} = Y_i - Y_0$$

- Zanjirsimon usulda
$$\Delta_{y_3} = Y_i - Y_{i-1}$$

бу ерда: ΔY_6 ва ΔY_3 –basisli va zanzirsimon
usullarda mutloq o`zgarish ;

Y_i –Taqqoslanuvchi had;

Y_0 – baza deb qabul qilingan taqqoslanadigan
had;

Y_{i-1} – Taqqoslanuvchi haddan oldin keluvchi
taqqoslanadigan had.

2) O'zgarish sur'ati. O'rganilayotgan davr darajasini oldingi yoki bazis davr darajasiga nisbatini ifodalaydi.

Bazisli usulda
$$R_6 = \frac{Y_i}{Y_0} \cdot 100$$

Zanjirsimon usulda
$$R_3 = \frac{Y_i}{Y_{i-1}} \cdot 100$$

3) Qo'shimcha o'zgarish sur'ati. Mutlaq o'zgarishning oldingi yoki bazis davr darajasiga nisbatini ifodalaydi.

○ Bazisli usulda
$$\Delta R_6 = \frac{Y_i - Y_0}{Y_0} \cdot 100$$

ëku
$$\Delta R_6 = R_6 - 100$$

○ Zanjirsimon usulda

$$\Delta R_3 = \frac{Y_i - Y_{i-1}}{Y_{i-1}} \cdot 100$$

ëku
$$\Delta R_3 = R_3 - 100$$

Bir foizga qo'shimcha o'zgarishni mutlaq mohiyati. Qo'shimcha o'zgarish 1%ining mutlaq miqdorda qanchaga tengligini ifodalaydi

$$\frac{\Delta_{y_3}}{\Delta R_p} = \frac{y_i - y_{i-1}}{\frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} * 100} = 0,01 \cdot y_{i-1}$$

Intervalli (davriy) vaqtli qatorlarining o'rtacha darajasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\bar{y} = \frac{\frac{1}{2}y_1 + y_2 + \dots + \frac{1}{2}y_n}{n-1}$$

Agarda momentli(payt) vaqtli qatorlarida hadlar orasidagi sanalar teng bo'lmasa, u holda o'rtacha arifmetik tortilgan formula asosida aniqlanadi:

$$\bar{y} = \frac{\sum t_i y_i}{\sum t_i}$$

2.VAQTLI QATORLARNI TEKISLASH USULLARI

Interval (davr) oralig'ini kengaytirish – bu usulning mohiyati shuki, agar oldingi intervallarda hisoblangan darajalar hodisaning rivojlanish tendentsiyasini ko'rsatmasa, ular asosida yangi intervallar (kengaytirilgan) tuzilib va har bir yangi interval bo'yicha qator darajasi hisoblaniladi.

Sirg'anchiq o'rtachani hisoblash – bu usulning mohiyati shundaki, unda dinamika qatorlarida keltirilgan haqiqiy darajalar sirg'anchiq o'rtacha miqdor bilan almashtiriladi.

Analitik tekislash – bu usulning asosiy mazmuni bo'lib, rivojlanishning asosiy tendentsiyasini vaqt (Ut) funktsiyasi sifatida hisoblanishidir: $U_{ti} = f(ti)$

a_0 va a_1 parametrlarni aniqlash uchun quyidagi tenglamalar sistemasini

echish kerak:

$$a_0 n + a_1 \sum t = \sum U$$

$$a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum Ut$$

Masala.Mamlakatda ishlab chiqarilgan iste'mol tovarlarining qiymati haqida ma'lumotlar keltirilgan:

Yillar	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Iste'mol tovarlari, mlrd so'm.	1825,3	1200,6	1535,2	2023,3	1821,4	1733,7	2156,1	2001,4	2687,3

- davrlar oralig'ini (3 yillik) kengaytiring;
- sirg'anchiqli o'rtachalarni hisoblang;
- analitik tekislang.

Yechish.

Davrlar oralig'ini kengaytirish va sirg'anchiqli o'rtachalarning hisobini quyidagi jadvalda keltiramiz:

Yil-lar	Iste'mol tovarlari qiymati, mlrd so'm	3 yillik qiymat	O'rtacha yillik, mlrd so'm	Sirg'anchiq o'rtacha darajalarini hisoblash	Sirg'anchiqli o'rtacha qiymat, mlrd so'm
2006	1825,3			-	-
2007	1200,6			$(1825,3+1200,6+1535,2):3$	1520,4
2008	1535,2	4561,1	1520,4	$(1200,6+1535,2+2023,3):3$	1586,4
2009	2023,3			$(1535,2+2023,3+1821,4):3$	1793,3
2010	1821,4			$(2023,3+1821,4+1733,7):3$	1859,5
2011	1733,7	5578,4	1859,5	$(1821,4+1733,7+2156,1):3$	1903,7
2012	2156,1			$(1733,7+2156,1+2001,4):3$	1963,7
2013	2001,4			$(2156,1+2001,4+2687,3):3$	2281,6
2014	2687,3	6844,8	2281,6	-	-

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki sirg'anchiq o'rtachalar hisoblangan qator miqyosida ishlab chiqarilgan iste'mol tovarlari qiymati mutassil o'sib borish yo'nalishiga ega.

3. Vaqtli qatorlarida mavjud tendensiyani aniqlashning eng muhim usullaridan biri-analitik tekislashdir. Bunday sharoitda dinamika qatori quyidagi tenglama bilan tekislanadi:

$$\bar{Y}_t = a_0 + a_1 t$$

bu yerda: t -vaqt birligi; a_0 -nazariy daraja; a_1 , tenglama parametrlari.

:

Va parametrlarni aniqlash uchun quyidagi tenglamalar sistemasini yechish kerak

$$\begin{cases} a_0^n + a_1 \sum t = \sum Y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum Y \cdot t \end{cases}$$

Agar $\sum_{t=0}^n$ bo'lsa, u holda tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\begin{cases} a_0 n = \sum Y \\ a_1 \sum t^2 = \sum Y \cdot t \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a_0 = \frac{\sum Y}{n} \\ a_1 = \frac{\sum Y \cdot t}{\sum t^2} \end{cases}$$

$$a_0 = \frac{\sum Y}{n} = \frac{16984,3}{9} = 1887,1$$

$$a_1 = \frac{\sum Yt}{\sum t^2} = \frac{6802,6}{60} = 113,4$$

- Demak, $Y_t = a_0 + a_1 t$, tenglamadagi a_0 va a_1 parametrlarini aniqlash uchun, $\sum Y$, $\sum t^2$ va $\sum Y t$ larni aniqlash kerak.

Endi olingan qiymatlarni o'z o'rniga qo'ysak u holda tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Y_t = 1887,1 + 113,4 t$$

Barcha hisob-kitoblarni quyidagi jadvalda bajaramiz:

Yillar	Iste'mol tovarlari, mlrd so'm (U)	t	t^2	Yt	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot t$
2003	1825,3	-4	16	-7301,2	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (-4)=1433,5$
2004	1200,6	-3	9	-3601,8	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (-3)=1546,9$
2005	1535,2	-2	4	-3070,4	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (-2)=1660,3$
2006	2023,3	-1	1	-2023,3	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (-1)=1773,7$
2007	1821,4	0	0	0	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (0)=1887,1$
2008	1733,7	1	1	1733,7	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (1)=2000,5$
2009	2156,1	2	4	4312,2	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (2)=2113,9$
2010	2001,4	3	9	6004,2	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (3)=2227,3$
2011	2687,3	4	16	10749,2	$Y_t=1887,1+113,4 \cdot (4)=2340,7$
Σ	16984,3	0	60	6802,6	16984,3

2. Biznesda prognozlash (bashoratlash).

Iqtisodiy sharoitlar vaqt oralig'iga qarab o'zgarar ekan, menejerlar o'z kompaniyalariga tasir etuvchi shu sharoitlarni prognoz (bashorat) qila olishlari lozim. Aniq rejalashtirishni amalga oshirishni taminlovchi usullardan biri **bu prognozlash yani, bashoratlash (forecasting)dir.**

Prognozlash- ijtimoiy- iqtisodiy hodisa va jarayonlarni rivojlanish tendentsiyalari va o'zaro bog'liqligini tahlil qilgan holda kelajakdagi xolatini baholashga yoki aytib berishga aytiladi.

Prognozlashga (bashoratlashga) yondashishning ikki usuli mavjud: *1.sifatli ; 2.Hajmli(sonli).*

Agar izlanuvchiga hajmli maumotlar malum bo'lmasa, unda u **sifatli prognozlash usuli (qualitative forecasting methods)dan** foydalanishi mumkin. Bu usul subektiv xarakterga ega.

Agar izlanuvchi tadqiqot obektining tarixi to'g'risidagi maumotlar ega bo'lsa, unda **hajmli (sonli) prognozlash (quantitative forecasting methods)** usulini qo'llashi lozim.

Bu usullar obektning kelajakdagi holatini uning o'tgan davrdagi holatidan kelib chiqib, prognozlash imkoniyatini beradi.

Hajmli (sonli) prognozlash usuli 2 kategoriyaga bo'linadi:

- Vaqtli qatorlarni tahlil qilish;
- Bog'liqlikning xatolik –sabablarini tahlil qilish;

Vaqtli qator (time series)- bu malum vaqt oralig'ining ketma-ketligi asosida yig'ilgan sonli qatorlar (malumotlar)dir.

Vaqtli qator(time series) ni tahlil qilish usuli sonli o'zgaruvchilarning o'tmishi va kelajagi asosida uning ko'rsatkichini (mohiyatini) bashoratlash imkoniyatini beradi. Masalan: Nyu-York fond birjasida aktsiyalarning har kungi kotirovkasi-vaqtli qatorni beradi. Vaqtli qatorlarga boshqa bir misol qilib, istemol narxlar indeksining har oylik ko'rsatkichlarini, YaIMning har chorakdagi o'lchamini kabilarni ko'rsatish lozim.

Bog'liqlikning sabab- oqibatlarini (causal forecasting method) tahlil qilish usuli- prognoz qilinayotgan o'zgaruvchining ko'rsatkichlariga qaysi omillar tasir qilishini aniqlash imkoniyatini beradi. Bu usullar qatoriga : ko'pfaktorli regressiya tahlili, ekonometrik modellash, eng oldi indikatorlar tahlili kabi usullar kiradi.

4. Vaqtli qatorlarning multiplikativ modelning klassik komponentlari.

Vaqtli qatorlarni tahlil qilishning o'ziga xos xususiyati shundaki, tadqiqot qilinayotgan obektga hozir va o'tmishda tasir etuvchi omillar kelajakda ham tasir etadi. Demak, vaqtli qatorlarni tahlil qilishning asosiy maqsadi shuki, prognozlashga (bashoratlashga) tasir etuvchi omillarni aniqlash va identifikatsiyalash. Bu maqsadga erishish uchun ko'pgina matematik modellar ishlab chiqilgan. Bu modellar vaqtli qatorlar modeliga kiruvchi komponentlarning o'zgaruvchanligini tadqiq qilishga asoslangan. Ularning eng keng tarqalgan usuli bu – **multiplikativ model** (classical multiplicative model) bo'lib, u har yilgi, har chorak va har oylik malumotlar uchun qo'llaniladi.

Trend- vaqtli qatorlarning yagona komponentlaridan biri emas. Bundan tashqari, malumotlar tsiklli va doimiy bo'lmagan komponentlardan tashkil topgan.

Siklli komponent (Cyclical component) – malumotlarni tepaga va pastga tebranishini tasvirlaydi. Uning uzunli 2-10 yil intervalida o'lchanadi. Tsiklli komponentning intensivligi va amplitudasi doimiy emas.

Egri trendda yotmagan va tsikli bog'liqlikka ega bo'lmagan ma'lumotlarni irregulyarniy (irregular) (irregular or random) yoki tasodifiy komponent deb nomlanadi. Agar ma'lumotlar har kuni yoki har chorakda yozib olinsa, qo'shimcha komponent yani mavsumiy komponent (seasonal component) kelib chiqadi.

Vaqtli qatorlarning klassik **multiplikativ model** (**classical multiplicative time series model**) - har qanday kuzatuv ko'rsatkichlari yuqoridagi komponentlar orqali amalga oshiriladi deb ta'kidlaydi. Agar ma'lumotlar har yilgi bo'lsa, kuzatuv Y_i , i -chi yil bo'lib, u quyidagi tenglama (4.1.) orqali ifodalandi:

Har yilgi ma'lumotlar uchun vaqtli qatorlarning klassik multiplikativ modeli

$$Y_i = T_i * C_i * I_i \quad (4.1.)$$

Bu erda – T_i – trend ko'rsatkichi, C_i - tsikli komponentning qiymati, I_i – i -chi yil uchun tasodifiy komponent qiymati.

4.1.Jadval. Vaqtli qatorlarga tasir etuvchi omillar (faktorlar).

Komponent	Turi	Aniqlanishi	Sababi	Davomiyligi
Trend	Tizimli (sistemali)	Uzoq vaqtli o'suvchi yoki pasayuvchi malumotlar tasvirlanadi	Texnologiyalarning, aholining, turmush darajaning va bozor narxlarining o'zgarishi	Bir necha yil
Mavsumiy	Tizimli (sistemali)	Har yili namoyon bo'ladigan doimiy o'zgaruvchilarni aniq tasvirlaydi	Ob-havo sharoiti, ijtimoiy sharoit, diniy ananalar	Yil davomida(har oyda yoki harchorakda bo'lishi mumkin)
Tsiklli	Tizimli (sistemali)	Takrorlanadigan tebranish 4 fazadan iborat:1. Yuksalish (cho'qqi), 2.Pasayish (retsessiya), 3. Inqiroz (depressiya), 4.Ko'tarilish (tiklanish)	Iqtisodiy faollikka tasir etuvchi ko'praqamli faktorlar bog'liqligi	2-10 yil oralia o'zgaruvchan intensivlik bilan
Doimiy bo'lmagan	Tizimli bo'lmagan (sistemali emas)	Vaqt qatorlarining tasodifiy tebranishi, u tizimli samaralarni hisobga olishda shakllanadi.	Malumotlarning tasodifiy tebranishi yoki ko'zda tutilmagan hodisalar:suv toshqini, mitinglar va boshqalar	Qisqa muddatli va bir martalik

Agar malumotlar har oyda yoki har chorakda o'lchansa, kuzatuv Y_i , i - ga mos keluvchi davr deb belgilanib, tenglama bilan ifodalanadi:

Vaqtli qatorlarning mavsumiy komponentini hisobga olgan holdagi malumotlar uchun klassik multiplikativ modeli

$$Y_i = T_i * S_i * C_i * I_i \quad (4.2.)$$

Bu erda : T_i – trend ko'rsatkichi (mohiyati), S_i – i - chi davrda mavsumiy komponentning qiymati, C_i – tsikllik komponentning qiymati, I_i – i - chi davr uchun tasodifiy komponent qiymati.

Vaqtli qatorlarni tahlil qilishning birinchi bosqichida ma'lumotlar grafigi tuziladi va ularning vaqtga bo'lgan bog'liqligi aniqlanadi. Dastlab, ma'lumotlarning uzoq vaqtli o'sishi eki pasayishi (yani, trend) mavjudligi yoki yo'qligi, yohud gorizantal chiziq atrofida vaqt qatorlarining tebranishi aniqlanadi. Agar trend mavjud bo'lmasa, ma'lumotlarni silliqlash uchun sirg'anchiqli o'rtacha usulini yoki eksponentli silliqlash usullarini qo'llash mumkin. Bunday sharoitda bu usullar suniy uzoq vaqtli trendlarni vujudga keltiradi. Agar tabiiy (real) trend mavjud bo'lsa, har yilgi ma'lumotlar asosida prognozlashning turli usullarini qo'llash imkoniyati tug'iladi.

5.Yillik vaqtli qatorlarini silliqdash (tekislash).

5.1.Sirg'aluvchi o'rtachalar.

Sirg'aluvchi o'rtacha usuli subektivlikka ega bo'lib, u L davrining uzunligiga bog'liqdir. U o'rtachalar mohiyatini aniqlash uchun tanlangan. Tsiklii tebranishlarni oldini olish uchun davr uzunligi butun son bo'lishi kerak.

Tanlangan davr uchun **Sirg'aluvchi o'rtacha (moving averages)** - o'rtachalar davomiyligini keltirib chiqaradi. **Sirg'aluvchi o'rtacha** MA (L) belgisi bilan belgilanadi.

Faraz qilaylik, bizda mavjud bo'lgan malumotlar asosida 5 yillik sirg'aluvchi o'rtachani aniqlaymiz. Yillarning umuimiy soni 11 ta, L esa 5 ga teng. Besh yillik sirg'aluvchi o'rtachalar-o'rtachalar davomiyligini keltirib chiqaradi. Bunda ular vaqtli qatorlarning 5 yillik davomiyligi asosida aniqlanadi.

Besh yillik sirg'aluvchi o'rtachalardan birinchisi quyidagicha aniqlanadi:

$$MA(5) = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{5}$$

Birinchi o'rtacha

5

Bunda 5 had qo'shib, 5ga bo'linadi, 2-chi o'rtachani aniqlashda 1-chi o'rtachaning 1-chi hadi tushurib qoldiriladi va uning o'rniga navbatdagi 5-chi had qo'shib, olingan natija yana 5ga bo'linadi:

$$MA(5) = \frac{Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6}{5}$$

Ikkinchi o'rtacha

5

Bunday jarayon oxirgi 5 yil uchun o'rtachani aniqlaguncha davom etadi. Aniqlanayotgan yil uchun sirg'aluvchi o'rtacha-davr oralig'ining o'rtasida joylashishi lozim. Agar yillarning umumiy soni 11 ga teng bo'lsa $L = 5$ ga teng

5.2. EKSPONENTSIAL SILLIQLASH

Malumotlarning o'zgarishini xarakterlovchi uzoq vaqtlı tendentsiyalarnı aniqlashda sirg'aluvchi o'rtachalardan tashqari, **eksponentsial sillıqlash** (exponential smoothing) usulidan ham kent foydalaniladi. Shuningdek , bu usul yordamida qisqa prognozlarnı amalga oshirish mumkin. Shu jihati bilan bu usul sirg'aluvchi o'rtachalardan ustun turadi.

Eksponential sillıqlash usuli o'z nomini sirg'aluvchi o'rtachalarnı eksponential vaznlash (o'lchash) oqibatida olgan. ko'rsatkich Bu davomiylikdagi har bir ko'rsatkich yani kuzativ mohiyati oldingi kuzatilgan mohiyatlardan (ko'rsakichlardan) kelib chiqadi. Eksponential sillıqlash usulining yana bir ustunlik jihati shundaki, oxirgi kuzatuv natijalaridan foydalanilganda, bazi mohiyatlar yani ko'rsatkichlar tushirib qoldiriladi. Vaznnı (hajm- ves) eksponential sillıqlashda orttirilgan kuzatuv mohiyati (ko'rsatkichi) vaqt o'tishi bilan yo'qoladi, shuning uchun aniqlash davrida eng ko'p uchraydigan ko'rsatkich- katta vaznga ega, kam uchraydiganlar esa kichik vaznga ega bo'ladi.

Tenglama vaqtli qatorlarni i vaqt oralig'ida silliqdash imkoniyatini beradi. U uch qismdan iborat: joriy kuzatuv mohiyati (ko'rsatkichi) Y_i u vaqtli qatorlarga tegishli bo'ladi, E_{i-1} -oldingi eksponential silliqdash mohiyati (ko'rsatkichi) E_{i-1} , W - orttirilgan (erishgilgan) vazn.

i -vaqt oralig'ida eskponential silliqdash mohiyatini (ahamiyatini)aniqlash

$$E_i = Y_i$$

$$E_i = WY_i + (1-W)E_{i-1}, \quad i=2,3,4, \quad (5.1.)$$

Bu erda: E_i – i davr uchun aniqlangan eksponential silliqdash qatorining qiymati,

E_{i-1} - $i-1$ davr uchun aniqlangan eksponential silliqdash qatorining qiymati,

Y_i - i davridagi vaqt qatorlarining kuzatuv qiymati,

W - subektiv vazn yoki silliqdash koeffitsenti ($0 < W < 1$)

Silliqlash koeffitsienti yoki vaznini tanlash juda muhimdir, chunki, u natijaga bevosita ta'sir qiladi. Afsuski, bunday tanlash qandaydir ma'noda sub'ektiv xarakterga ega. Agar izlanuvchi vaqtli qatorlardan xoxlamagan tsikli yoki tasodifiy tebranishlarni olib tashlamoqchi bo'lsa, katta bo'lmagan vanni (nolga yaqin) ni tanlashi lozim. Boshqa bir tomondan agar vaqtli qatordan prognozlash uchun foydalanilayotgan bo'lsa, unda katta vaznni (ves) -W (birga yaqin bo'lgan)ni tanlash lozim.

$i+1$ chi interval uchun ko'rsatkichni
prognozlash

$$\hat{Y}_{i+1} = E_t$$

Demak, prognozlash formulasi
quyidagicha:

**Joriy silliqlangansilliqlangani ko`rsatkich =
 $W*(\text{joriy yil ko`rsatkichi})+(1-W)$ bazis yil
ko`satkichining**

**Yangi prognoz = $W*(\text{joriy yil ko`rsatkichi})+(1-W)*$
(Joriy prognoz)**

6.Eng kichik kvadratlar usuli yordamida trendlarni aniqlash va prognozlash.

Vaqtli qator komponentlarining ichida eng ko'p tadqiqot, izlanish trend ustida olib boriladi. Aynan trend qisqa vaqtli va uzoq vaqtli prognozlar qilish imkoniyatini beradi. Vaqtli qatorlarning uzoq vaqtli tendentsiyasini aniqlash uchun

Chiziqli trend modeli (linear trend model)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + E_i$$

Prognozlash uchun qo'llaniladigan eng oddiy modellardan biridir.

CHIZIQLI TREND TENGLAMASI

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i \quad (6.1.)$$

Eslatib o'tamizki, chiziqli regression tahlil modelidan tanlama og'ish va siljish larni aniqlash uchun foydalaniladi. tenglamasini aniqlagach, unga X qiymatini qo'yib, Y chetlanishni aniqlash mumkin. Agar eng kichik kvadratlar usuli orqali vaqtli qatorlarni approksimatsiyalashda birinchi kuzatuvni koordinata boshida qiymatiga mos xolda joylashtirilsa, interpretatsiya keffitsenti soddalashadi. Keyingi kuzatuvlar butun sonli raqmlarni oladi : 1,2,3, ...,n chi (oxirgi) n-1 nomerini oladi.

Kvadratik trend modeli (quadratic trend model), yoki ikkinchi darajali poliminal model.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2$$

Prognoz qilish uchun oddiy chiziqli model hisoblanadi

Kvadratik trend tenglamasi

$$Y_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_i^2 \quad (6.2.)$$

Bu erda: b_0 - chiziqli Y_i ning og'ish baholanishi, b_1 – chiziqli samaraning baholanishi, b_2 – kvadratli samaraning baholanishi.

Agar vaqtli qator o'sib boruvchi, ma'lumotlarning nisbiy o'zgarishi esa doimiy bo'lsa **eksponentsional trend usulini** qo'llash mumkin.

Eksponentsial trend modeli

$$Y_i = \beta_0 \beta_1^t * E_t \quad (6.3.)$$

Bu erda: β_0 - og'ish, burilish, $(\beta_1 - 1) * 100$ – yillik o'sish darajasi

Ekspontsional trend modeli chiziqli regressiya modeliga mutlaqo o'xshamaydi. Ushbu chiziqli modelga keltirish uchun 10^1 asosli bo'yicha logarifmik o'zgartirish kiritish kerak. U xolda ekspontsional trend tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$\begin{aligned}\log Y_i &= \log(\beta_0 * \beta_1^x * E_i) = \\ &= \log \beta_0 + \log \beta_1^x + \log E_i = \\ &= \log \beta_0 + X_i \log \beta_1 + \log E_i =\end{aligned}$$

(4.4.) tenglamasi chiziqli bo'lgani uchun unga nisbatan eng kichik kvadratlar usulini qo'llash mumkin. Logarifmik o'zgartirishni bog'liqli (erkli) va bog'liqsiz (erksiz) o'zgaruvchiga nisbatan qo'llashda quyidagi tenglama hosil bo'ladi.

Agar vaqtli qator o'sib boruvchi, ma'lumotlarning nisbiy o'zgarishi esa doimiy bo'lsa **eksponentsional trend usulini** qo'llash mumkin.

Eksponentsial trend modeli

$$Y_i = \beta_0 \beta_1^t * E_t \quad (6.3.)$$

Bu erda: β_0 - og'ish, burilish, $(\beta_1 - 1) * 100$ – yillik o'sish darajasi

Agar vaqtli qator o'sib boruvchi, ma'lumotlarning nisbiy o'zgarishi esa doimiy bo'lsa **eksponentsional trend usulini** qo'llash mumkin.

Eksponentsial trend modeli

$$Y_t = \beta_0 \beta_1^t * E_t \quad (6.3.)$$

Bu erda: β_0 - og'ish, burilish, $(\beta_1 - 1) * 100$ – yillik o'sish darajasi

Eksponensial trend tenglamasi

Eksponensial trend tenglamasi.

$$\log Y_i = b_0 + b_1 X_t \quad (6.5. a)$$

$$Y_i = \beta_0 \beta_1^2 \quad (6.5.b)$$

7. Avtoregressiya va prognozlash yordamida trendni aniqlash.

Prognozlashning yana bir turi **avtoregressiya** modeliga (**autoregressive modeling**) asoslangan. Ko'pincha vaqtli qatorlar qaysidir yilga kelganda o'zidan oldingi va o'zidan keyingi yillar bilan bog'lanib ketadi. **Birinchi tartib avtokorrelyatsiyasi (first-order autocorrelation)** vaqt qatorining o'zidan keyingi qiymatlarning bog'liqlik darajasini baholaydi. **2- tartibli avtokorrelyatsiy - (second -order autocorrelation)** 2 ta yillar intervali orasidagi qiymatlarning bog'liqligini baholaydi. **r tartibli avtokorrelyatsiya (rth-order autocorrelation)** r yillar intervali orasidagi korrelyatsiya qiymatini ifodalaydi.

1-tartibli avtoregressiya modeli

$$Y_i = A_0 + A_1 * Y_{i-1} + \delta_i$$

2-tartibli avtoregressiya modeli

$$Y_i = A_0 + A_1 * Y_{i-1} + A_2 * Y_{i-2} + \delta_i$$

r-tartibli avtoregressiya modeli

$$Y_i = A_0 + A_1 * Y_{i-1} + A_2 * Y_{i-2} + \dots + A_p * Y_{p-i} + \delta_i$$

Bu yerda Y_i - i -chi momentdagi vaqtli qator ning kuzatuv qiymati. Y_{i-1} - $i-1$ chi momentdagi vaqtli qatorning kuzatuv qiymati,

Y_{i-2} - $i-2$ chi momentdagi vaqtli qatorning kuzatuv qiymati, Y_{p-i} - i -r chi momentdagi vaqtli qatorning kuzatuv qiymati, A_0 - hisoblangan parametr, u eng kichik kvadratlar usuli orqali baholanadi. A_1, A_2, A_p u ham u eng kichik kvadratlar usuli orqali baholanadi. δ_i - tasodifiy komponent, u doimiy dispersiya va kutiladigan matematik o'g'a teng.

Masala.

1-tartibli avtoregressiya modeli taqqoslash sxemasi.

Bir yillik yil qatorini ko'rib chiqaylik($n=7$)

	Yillar						
	1	2	3	4	5	6	7
Qator	31	34	37	35	36	43	40

Yechim. 1- tartibli avtoregressiya modelini tuzish orqali vaqtli qatorilar qiymatlarinin taqqoslash sxemasi

Yillar	1-tartibli avtoregressiya modeli
I	Y_i bilan Y_{i-1} ni taqqoslash
1	$31 \leftrightarrow \dots\dots$
2	$34 \leftrightarrow 31$
3	$37 \leftrightarrow 34$
4	$35 \leftrightarrow 37$
5	$36 \leftrightarrow 35$
6	$43 \leftrightarrow 36$
7	$40 \leftrightarrow 43$

Regressiya modeli tahlili davomidan olingan avtoregressiya **modeli imperik (fitted) deb ataladi.**

p-chi tartibli imperik avtoregressiya tenglamasi

$$\hat{Y}_i = a_0 + a_1 Y_{i-1} + a_2 Y_{i-2} + \dots + a_p Y_{i-p}$$

Bu yerda \hat{Y}_i -yil qatorining i tartibli bashorat qilingan qiymati, Y_{i-1} - yil qatorining $i-1$ da kuzatilgan qiymati, Y_{i-2} - yil qatorining $i-2$ da kuzatilgan qiymati, Y_{i-p} - yil qatorining $i-p$ da kuzatilgan qiymati, a_0, a_1, \dots, a_p --- A_0, A_1, \dots, A_p avtoregressiya parametrlarining bahosi

Shunday qilib 3-tartibli avtoregressiya modelini vaqt qatori qiymatlaridan foydalanib bashorat qilinganda faqat oxiridagi 3 ta Y_n, Y_{n-1}, Y_{n-2} kuzatishdan va ko'plab regression tahlillardan olingan A_0, A_1, A_2 baholash parametrlaridan olinadi.

Vaqt qatorlarining 1 yildan so'ng ko'rinishini ifodalash uchun quyidagi tenglama(5.6) tuziladi:

$$\hat{Y}_{n+1} = a_0 + a_1 Y_n + a_2 Y_{n-1} + a_3 Y_{n-2}$$

Vaqt qatorlarining 2 yildan so'ng ko'rinishini ifodalash uchun quyidagi tenglama(5.6.) tuziladi:

$$\hat{Y}_{n+2} = a_0 + a_1 Y_{n+1} + a_2 Y_n + a_3 Y_{n-1}$$

Vaqt qatorlarining 3 yildan so'ng ko'rinishini ifodalash uchun quyidagi tenglama(5.6.) tuziladi:

$$\hat{Y}_{n+3} = a_0 + a_1 Y_{n+2} + a_2 Y_{n+1} + a_3 Y_n$$

8. Prognozlashning adekvatli modelini tanlash.

Ko'pgina statistlar prognozlashning adekvat modelini baholashda **o'rtacha mutlaq chetlanish** (**mean absolute deviation mad**) ni qo'llashni afzal ko'radilar.

O'rtacha mutlaq chetlanish

$$MAD = \frac{\sum_{i=0}^m |Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$$

MAD kattaligining konkret modellarning tahlili o`zida vaqt qatorining bashorat va haqiqiy qiymatini o`rtasidagi farqlar modelining o`rta qiymatini aksettiradi. Agar bundan oldingi vaqt momentlari vaqt qatorining qiymatlarini eng yaqin ko`rsatgichda model bo`lsa standart baholash hatosi nolga teng. Shunday qilib bir nechta modellarni adekvatligini tahlil qilib ularning ichida eng minimal o`rtacha absolyut chetlashishni tanlaymiz.

Iqtisodiy tamoyil

Agar standart hatolar va o`rtacha absolyut chetlanishlar tahlili optimal modelni tanlay olmasa, iqtisodiy yondashuvga asoslangan to`rtinchi usuldan foydalanish mumkin. Bu yondashuv shuni takidlaydiki u bir nechta teng huquqli modellardan eng soddasini tanlashni takidlaydi.

9. Vaqtli qatorlarni mavsumiy malumotlar asosida prognozlash.

Mavsumiy komponentni o'z ichiga olgan regression model kombinatsiyalashgan yondashuvga asoslangan. Trendni hisoblash uchun 4 bolimda ko'rsatilgan eng kichik kvadratlar usuli qolaniladi, mavsumiy komponentni hisoblash uchun esa kategorik o'zgaruvchi mavsumiy komponentalar hisobi bilan birga chorakli qatorlarni tekislash uchun tenglama qo'llaniladi

CHORAKILI MALUMOTLAR UCHUN EKSPONENSIAL MODEL

$$Y_i = \beta_0 * \beta_1^{xi} * \beta_2^{Q1} * \beta_3^{Q2} * \beta_4^{Q3} * E_i$$

Bu yerda X_i - kodlashtirilgan choraklik ifoda , $i=0,1,\dots,Q_1=1$ birinchi kvartil va boshqalar uchun nol , $Q_2=1$ va boshqalar uchun nol . $Q_3=1$ uchunchi kvartil uchun va boshqalar uchun nol β_0 - Y o'zgaruvchining siljishi $(\beta_1-1)*100\%$ -daromadlarning chorakli o'sish surati, β_2 -birinchi kvartilni to'rtinchi kvartilga nisbatan ko'paytuvchisi , β_3 -ikkinchi kvartilni to'rtinchi kvartilga nisbatan ko'paytuvchisi, β_4 -uchinchi kvartilni to'rtinchi kvartilga nisbatan ko'paytuvchisi, E_i -i-vaqtinchalik intervaldagi ihtiyoriy komponentni kattaligi.

Model to'ri chiziqli regressiya modelidan sezilarli farq qiladi. Uni to'ri chiziqli ko'rnishga keltirish uchun 10 asosga kora logarifimlashni bajarish kerak

CHORAKLI MA'LUMOTLAR EKSPONANSIAL O'SISH MODELI

$$\log \hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 Q_1 + b_3 Q_2 + b_4 Q_3$$

OYLIK MA'LUMOTLAR UCHUN EKSPONENSIAL MODEL

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 M_1 + \beta_3 M_2 + \beta_4 M_3 + \beta_5 M_4 + \beta_6 M_5 + \beta_7 M_6 + \beta_8 M_7 + \beta_9 M_8 + \beta_{10} M_9 + \beta_{11} M_{10} + \beta_{12} M_{11} + \varepsilon_1$$