

## ХУДУД МАКРОИҚТИСОДИЙ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ПРОГНОЗ ҚИЛИШДА ARIMA МОДЕЛИ ВА СУНЪИЙ НЕЙРОН ТЎР (ANN) ВОСИТАЛАРИНИ ТАҚҚОСЛАШ

**Намазов Гафур Шокулович,**

Термиз давлат университети,

таянч докторант

### АННОТАЦИЯ

*Ушбу мақолада Сурхондарё вилояти ялпи ҳудудий маҳсулот ҳажмини моделлаштириши ва прогнозлаш жараёни амалга оширилган. Шунингдек, ARIMA ҳамда ANN моделларини прогнозлаш самарадорлиги таққосланган. Натижада прогнозлаштиришида ARIMA бўйича энг яхши модель ARIMA (1, 0, 1)(0, 1, 0)<sup>4</sup>, ANN бўйича эса чиқши нейрони модели MLP (4-7-1) эканлиги аниқланган. Бундан ташқари, 2025 йилгача ялпи ҳудудий маҳсулот ҳажми прогноз қилинган.*

**Калит сўзлар:** ЯҲМ ҳажми, ARIMA модели, ANN модели, Бокс-Женкинс усули, Акаике ахборот мезони, Шварц ахборот мезони, прогнозлаштириши.

### АННОТАЦИЯ

*В данной статье был проведен процесс моделирования и прогнозирования объема валового регионального продукта Сурхандарьинской области. Также сравнена эффективность прогнозирования моделей ARIMA и ANN. В результате лучшей моделью по ARIMA в прогнозировании является ARIMA (1, 0, 1)(0, 1, 0)<sup>4</sup>, а по ANN оказалось модель выходного нейрона MLP (4-7-1). Кроме того, прогнозирован объем валового регионального продукта до 2025 года.*

**Ключевые слова:** объем ВРП, модель ARIMA, модель ANN, метод Бокса-Дженкинса, информационный критерий Акаике, информационный критерий Шварца, прогнозирование.

### ABSTRACT

*In this article, the process of modeling and forecasting the volume of the gross regional product of the Surkhandarya region was carried out. The forecasting efficiency of the ARIMA and ANN models is also compared. As a result, the best ARIMA model in forecasting is ARIMA (1, 0, 1)(0, 1, 0)<sup>4</sup>, and according to ANN, the model of the output neuron MLP (4-7-1) turned out to be the best. In addition, the volume of the gross regional product is predicted until 2025.*

**Keywords:** GRP volume, ARIMA model, ANN model, Box-Jenkins method, Akaike information criterion, Schwartz information criterion, forecasting.

## **КИРИШ**

Сўнги йилларда прогнозлаш давлатнинг ижтимоий-иқтисодий ривожланиши ва келгусидаги стратегик мақсадларини режалаштириш ҳамда аҳоли фаровонлигини таъминлашга қаратилган йўлларида бирига айланди. Шунинг учун жаҳон бозори ҳолатини прогноз қилишда вақтли қаторлардан фойдаланиш прогнозлашнинг асосларидан биридир. Бироқ, вақтли қаторлар орқасида ётган қонуниятларнинг юқори ўзгарувчанлиги туфайли бундай прогнозлаш моделини ишлаб чиқиш осон иш эмас. Сўнги бир неча ўн йилликларда кўплаб тадқиқотчилар иқтисодий-ижтимоий барқарор ривожланиш фаолиятини таҳлил қилиш ва прогноз қилишнинг турли усулларини таклиф қилишди ва ишлаб чиқишди. Шулардан бири ARIMA модели кўплаб янги моделлаштириш ёндашувларини баҳолаш учун асосий восита сифатида ишлатилган (Gosasang V., Chan., W. and Kiattisin, S. 2011.)[2]. Бироқ, ARIMA умумий бир ўзгарувчи модель бўлиб, у прогноз қилинаётган вақтли қаторлар чизиқли ва стационар бўлиши тахминига асосланган ҳолда ишлаб чиқилган ҳамда Сунъий нейрон тўрлари, прогноз қилиш ва тизимни моделлаштиришда яхши маълум бўлган функция, яқин йилларда вақтли қаторини таҳлил қилиш ва прогнозлашда ўзининг катта ролини кўрсатди (J. Yao and C.L. Tan, S. Yaser and A. Atiya)[3-4], 1996. Нейрон тўрни қўллаш орқали прогноз қилишда, иқтисодий-ижтимоий ривожланиш жараёнларини прогнозини ўрганиш учун кўплаб тадқиқотлар олиб борилган бўлса-да, аммо Ўзбекистонда ҳозиргача олиб борилган жуда кўплаб тадқиқотларнинг ҳеч бирида ҳудуд ЯҲМ ҳажмини прогноз қилиш учун ANN ва ARIMA моделини қўлламаган. Хусусан, биз учта тадқиқот саволини кўтарамиз. Дастлаб, ушбу тадқиқот ARIMA ва ANN кўрсаткичлардан фойдаланган ҳолда ЯҲМ ҳажмининг кейинги йиллардаги яқин қийматини прогноз қилиш учун моделларни ишлаб чиқдик. Иккинчидан, биз ялпи ҳудудий маҳсулот ҳажмининг прогноз қилинган қийматлари натижалари ва тенденцияларини кўриб чиқдик ва таққосладик. Учинчидан, биз ўртача мутлоқ фоизли хатолик (MAPE) моделларнинг аҳамиятлигини баҳолаш ва янги хулосаларни олиш учун ҳудуд ЯҲМ ҳажмини прогноз қилишда ANN ва ARIMA ёндашуви натижа ва тенденцияларини солиштириш учун фойдаландик.

## **АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ**

Бизга илгаридан маълумки, миқдорий прогнозлаш моделларини аслида икки тоифага бўлиш мумкин: вақтли қаторларга асосланган моделлар ва

сабабларга қурилган усуллар. Вақтли қаторни таҳлил қилиш олдинги маълумотларини талаб қилиб модель кўринишини аниқлашга ҳаракат қилинади ва келажакка экстраполяция қилиш, бошқача қилиб айтганда талаб қилинган олдинги маълумотлар вақт ўтиши билан такрорланадиган тажрибани намойиш этадиган прогнозни таъминлашга имкон беради[8].

Ушбу тоифаларга содда усуллар, сирғалувчи ўртача, тенденциянинг эгри чизисли таҳлили, экспоненциал текислаш ва авторегрессияга интеграцияланган сирғалувчи ўртача (ARIMA) моделлари киради.

Mitrea, C.A., Lee, C. K. M., WuZ. сирғалувчи ўртача (MA) ва авторегрессияга интеграциялашган сирғалувчи ўртача (ARIMA) модели каби турли хил прогнозлаш усулларини Нейрон тўрлари (NN) моделлари билан олдинга ўтадиган (NN) ва чизикли бўлмаган авторегрессив тармоқ сифатида солиштирди. Киришлар а nonlinear autoregressive exogenous model (NARX) экзоген киришларга эга бўлган чизикли бўлмаган авторегрессив моделдир. (NARX), натижалар шуни кўрсатдики, (NN) ёрдамида прогнозлаш яхшироқ прогнозли кўрсаткичларни тақлиф қилади [5].

Nowrouz Kohzadi, and Iebeling Kaastra(1996), 1950-1990 йиллардаги жонли қорамол ва буғдой нархлари бўйича ойлик маълумотлардан фойдаланган ҳолда нейрон тўрларни ARIMA билан таққосладилар. Нейрон тўр моделларида ARIMA моделига қараганда анча паст ўртача квадрат хатоликка эришдилар[6]. Бошқа томондан, Натижалар шуни кўрсатадики, бу кўрсаткичларни олдинги маълумотлар чиқишига асосланган анъанавий усулларга нисбатан қўллаш бир нечта афзалликларга эга. Ушбу тадқиқотда ҳудуд ЯХМ ҳажмини прогнозлашда ARIMA ва ANN моделларини қўллаб ва натижаларни таққослаб энг яхши моделни танлашга ҳаракат қилинган.

### **ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ**

**(ARIMA)-Авторегрессив интеграциялашган ўртача сирғалувчи модели:** Кузатувлар ёрдамида олинган иқтисодий вақтли қаторлар камдан-кам ҳолатларни ҳисобга олмаганда одатда стационар бўлмайди. Бундай вақтли қаторларда вақтга боғлиқ бўлган тасодифий бўлмаган таркибий қисмлар мавжуд бўлади. Агар вақтли қаторнинг тасодифий қолдиқлари стационар қаторни ташкил этса, у ҳолда вақтли қатор стационар бўлмаган қаторни ташкил этади. Бундай қаторларни тавсифлашда интеграциялашган авторегрессия ва сирғалувчи ўртача (Autoregressive Integrated Moving Average - ARIMA) модели қўлланилади[10].

ARIMA моделлари интеграциялашган вақтли қаторларни моделлаштиришга имкон беради. Агар вақтли қатор стационар бўлмаса ва унинг  $d$ -тартибли фарқлари стационар қаторни ташкил этса, у ҳолда ушбу вақтли қатор  $d$ -тартибли интеграциялашган ҳисобланади [11]. Бошқача қилиб айтганда, агар вақтли қатор стационар бўлмаса, ARIMA модел тузиш учун унинг  $d$ -тартибли (стационар бўлгунга қадар) фарқларига ўтилади.

ARIMA модели одатда  $ARIMA(p,d,q)$  каби ифодаланиб,  $p$  – авторегрессия тартибини,  $d$  – сирғалувчи ўртача тартибини ва  $d$  - фарқлар тартибини билдиради. Модел куйидаги умумий кўринишга эга:

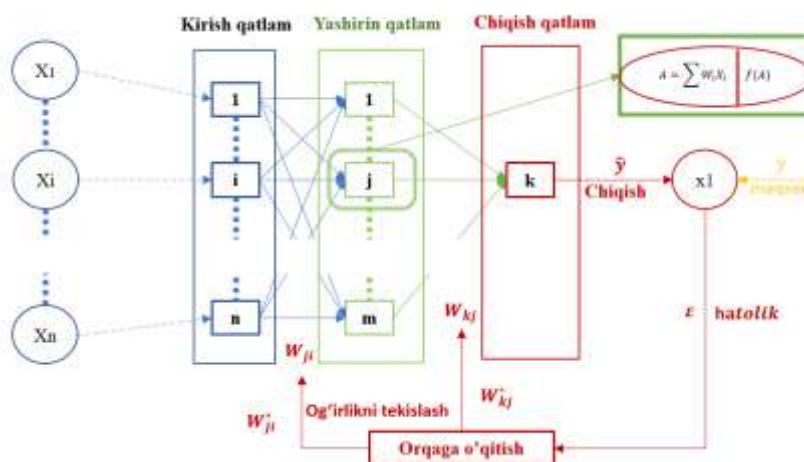
$$\Delta^d Y_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta^d Y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

бу ерда  $c, \alpha_i, \beta_j$  – модел параметрлари,  $\Delta^d$  –  $d$  тартибли фарқлар оператори (масалан,  $\Delta^1 Y_t = Y_t - Y_{t-1}$  – биринчи тартибли фарқлар)[16].

**ANN (сунъий нейрон тўрлари) модели:** Сунъий нейрон тўрлар - бу математик моделлар, шунингдек уларнинг биологик нейрон тўрлари - тирик организмнинг асаб хўжайралари тўрлари ташкил этиш ва ишлаш тамойилига асосланган дастурий ёки аппарат таъминоти. Ҳар бир биологик нейрон махсус нерв толалари орқали қўшни нейронлардан сигнал олади. Алоҳида сунъий нейронлар ҳам бир -бирига турли йўллар билан боғланади. Бу бизга ҳар хил архитектурага, ўрганиш қоидалари ва имкониятларига эга бўлган турли хил нейрон тўрларни яратишга имкон беради [7].

ANN ёндашувининг фалсафаси биологик асаб тизимидан илҳомланган архитектурани ривожлантиришдир. Нейрон тўрларнинг асосий афзаллиги уларнинг чизиқли бўлмаган моделлаштиришнинг мослашувчан қобилиятидир[14].

Биз олдинга йўналтирилган орқага тарқаладиган нейрон тўридан фойдаландик (бошқача қилиб айтганда, (MLP)-*Multilayer perceptron*- *Кўп қатламли перцептрон* тўри сифатида ҳам танилган) нейрон тўр модели. Нейрон тўр модели уч қисмдан иборат кириш қатлам, яширин қатлам, чиқиш қатлами 1-расмда келтирилган ҳамда ҳар бир кириш тегишли  $w$ -вазн билан ўлчанади. Кириш билан вазн йиғиндиси ва биас  $f(x)$  фаоллаштириш функциясига киришни ташкил қилади(1-расм).



**1-расм. Одатдаги орқага тарқаладиган нейрон тўри**

MLP тармоғида икки босқич кўриб чиқилади: ишга тушириш босқичи, бунда кириш намунаси ўқитилган тўрга тақдим этилади ва натижага эришилгунга қадар нейронларнинг кетма-кет қатламлари орқали ўқитилади. Тўр вазнлари ёки параметрлари ўқитиш деб номланувчи ва хатоликни минималлаштириш учун керак. Шунинг учун MLP тармоғини ўрганиш назорат қилинади. Ушбу тадқиқотда биз қуйидаги уч қатламли қайта алоқа тўрларидан фойдаланамиз:

$$F = F\{\beta_0 + \sum_{j=1}^j \beta_j G[\sum_{k=1}^k \gamma k_t X_j]\} \quad (2)$$

Бу эрда  $F$  - чиқиш қатлами бирлигининг чиқиш функцияси,  $\beta_0$  - биас бирлиги (1 га тенг),  $G$  - яширин қатлам бирликларининг чиқиш функцияси  $j$ ,  $\gamma k_t$  -  $k$  киришни яширин  $j$  билан боғлайдиган уланиш учун вазни билдиради,  $\beta_j$  - чиқиш қатлами бирлигидаги яширин қатламлардан чиқишлар вазни,  $X$ -кириш вектори. MLP тўрлари одатда статик орқага ўқитиш билан ўқитилган ва олдинга йўналтирилган қатламли тўрлардир.

**Масаланинг қўйилиши:** Маълумотларни қайта ишлаш “Statistica 10” статистик таҳлил дастурий воситаси ёрдамида амалга оширилди. Одатда, ARIMA ва ANN моделлари ишлашини баҳолаш учун статистик тест ўтказилади. Бу тест ўртача мутлоқ фоизли хатолик (MAPE). Ушбу мезон Қуйидаги ифода MAPEни ҳисоблаш жараёнини кўрсатади.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \cdot 100\% \quad (3)$$

Бу ерда:

$n$  – кузатувлар сони, кузатилган  $Y_t$  -ҳақиқий кўрсаткичлар,  $\hat{Y}_t$  -прогноз кўрсаткичлар



## ТАҲЛИЛ ВА НАТИЖАЛАР

Бугунги кунда ЯХМ Сурхондарё вилояти иқтисодиётининг энг муҳим кўрсаткичларидан бири ҳисобланади. Статистик маълумотларга кўра, 2021 йилда Сурхондарё вилояти бўйича ЯХМ ҳажми жорий нархларда 30090,5 млрд. сўмни ташкил этди ва 2020 йил билан таққослаганда 7,8 % га ўсди. ЯХМ дефлятор индекси 2020 йилдаги нархларга нисбатан 112,7 % ни ташкил қилди.

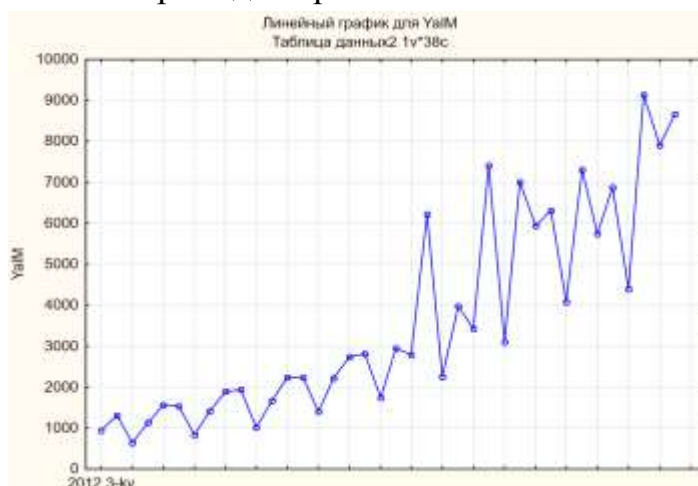
1-жадвалда Сурхондарё вилояти бўйича 2012 йил 3-чоракдан 2021 йил 4-чораккача оралиғидаги ЯХМ ҳажми ( $Y_t$ ) (млрд. сўм) берилган.

1-жадвал

### Сурхондарё вилояти бўйича 2012 йил 3-чоракдан 2021 йил 4-чораккача оралиғидаги ЯХМ ҳажми (млрд. сўм)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1-chorak	-	649,3 3	832,2 1	1013, 91	1407, 35	1746, 2	2245, 1	3092, 1	4078	4390, 9
2-chorak	-	1130, 37	1414, 82	1673, 36	2214, 73	2954, 9	3971, 8	7009, 2	7303, 3	9139, 6
3-chorak	944, 5	1561, 17	1894, 64	2237, 47	2743, 34	2784, 3	3426, 7	5940, 6	5741, 3	7904, 3
4-chorak	1316 ,68	1534, 49	1935, 3	2238, 71	2807, 12	6216, 8	7418, 3	6307, 4	6881, 0	8655, 7

1-жадвалдаги маълумотлар Сурхондарё вилояти Статистика бошқармасининг расмий сайтидан олинди [17]. Сайтдаги ўсиб борувчи якун билан эълон қилинган қийматлардан ҳар бир чорак қийматлари ҳисоблаб олинди. Унинг динамикаси 2-расмда берилган.



## 2-расм. Сурхондарё вилояти ЯХМ ҳажми 2012-2021 йилларда ўсиш динамикаси

### ARIMA модели

ARIMAда моделни идентификациялаш ACF ва PACF чизмалари ёрдамида моделни баҳолашдан олдин қатор учун  $p$ ,  $d$  ва  $q$  қийматларини аниқлаш амалга оширилади.



### 3-расм. Вақтли қаторнинг биринчи фарқлари бўйича автокорреляция ва хусусий автокорреляция функциялари коррелограммаси

Юқоридаги расм (3-расм) да устунлар билан автокорреляция ва хусусий автокорреляция коэффициентлари ва горизонтал чизиқлар билан 95% ишонч интервали чегаралари кўрсатилган. Ундан кўриниб турибдики, автокорреляция функциясининг коэффициентлари синусоида кўринишида аста-секин нолга яқинлашмоқда ва хусусий автокорреляция функцияси чизмасида биринчи аҳамиятли коэффициентдан сўнг бирдан аҳамиятсиз лаг келган, яъни узилиш мавжуд. Бу ARIMA моделда  $p=1$  ва  $q=1$  тартибга далолат қилади. Бундан ташқари вақтли қатор чизмаси(1-расм)дан кўриниб турибдики, унда 4 чораклик мавсумийлик мавжуд. Демак, коррелограмма авторегрессия жараёни учун хос бўлиб, вақтли қаторда мавсумийлик мавжудлигини ҳисобга олиш зарур. Бундан ташқари вақтли қаторнинг биринчи тартибли фарқлари стационар эканлиги унинг биринчи тартибли интеграциялашганлигини, яъни  $d=1$  эканлигини билдиради.

Юқоридагиларни келиб чиқиб қуйидаги моделларни синовдан ўтказиш мақсадга мувофиқ:

ARIMA (1,0,1); ARIMA (1,0,1)(1,0,0)4; ARIMA (1,0,1)(0,1,0)4;

ARIMA (1,0,1)(2,0,0)4; ARIMA (1,0,1)(2,1,0)4; ARIMA (1,0,1)(3,0,0)4

**Модель параметрларини баҳолаш ва унинг адекватлигини текшириш.**

Одатда бир неча моделларни бир-бирига таққослашда куйидаги ахборот мезонларидан фойдаланилади.

1. Акаик мезони (Akaike information criterion, AIC):

$$AIC = \frac{k + m}{n} + \ln \left( \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \right) \quad (4)$$

2. Шварц мезони (Swarz information criterion, SIC):

$$SIC = \frac{(p + q) \ln n}{n} + \ln \left( \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \right) \quad (5)$$

бу ерда  $k$  – баҳоладиган параметрлар сони.

AIC ва SIC ахборот мезонлари Boks ва Jenkins моделининг мослиги сифатини аниқлашда фойдаланилади. AIC ва SIC қиймати энг кичик бўлган модель танлаб олинади.

ARIMA(1,0,1)(3,0,0)<sub>4</sub> моделининг AIC ва SIC мезонлари (AIC=644,95 SIC=654,77) ҳамда детерминация коэффиценти  $R^2=0.88$  параметрлари аҳамиятлидир. Шу ҳисобдан энг мақбул модель шакли деб танланса бўларди. Бирок, ARIMA(1,0,1)(0,1,0)<sub>4</sub> моделининг детерминация коэффиценти  $R^2=0.86$ , бўлсада AIC ва SIC мезонлари энг кичик (AIC=568,11 SIC=572,69) ни ташкил этмоқда. ҳақиқий қийматлардан четланишини тавсифловчи кўрсаткичлардан бири ўртача мутлоқ фоизли хатолик (аппроксимация хатолиги коэффиценти) бўлиб, юқоридаги (3) формула орқали ҳисобланади.

Ўртача мутлоқ фоизли хатолик 10% гача бўлса, модель юқори аниқликка 10% дан 20% гача ўртача 20% дан 100% гача ёмон ҳисобланади.

Баҳолаш натижалари шуни кўрсатмоқдаки, ARIMA(1,0,1)(3,0,0)<sub>4</sub> модели бўйича MAPE=14,22%, ARIMA(1,0,1)(0,1,0)<sub>4</sub> модели бўйича MAPE= 11,42%, Демак, энг кичик кўрсаткич ARIMA(1,0,1)(0,1,0)<sub>4</sub> моделга тегишли (MAPE=11,42%) бўлиб, вақтли қатор учун энг мақбул модель шаклидан далолат бермоқда. Таҳлил натижалари шуни кўрсатмоқдаки, вақтли қатор учун ARIMA(1,0,1)(0,1,0)<sub>4</sub> модель шакли адекват ҳисобланиб, прогнозлашда ушбу модель шаклидан фойдаланиш мумкинлигини билдиради.

$$\Delta Y_{aIM} = -0.33 * Y_{aIM}_{t-1} - 0.84 * \varepsilon_{t-1}$$

Бу ерда: ЯХМ – Сурхондарё вилояти ялпи ҳудудий маҳсулот ҳажми. ЯХМ ҳажмининг ўзгармас нархлардаги қиймати(2012 йил нархларида) прогнозлаш. Прогноз натижалари 4-расмда келтирилган.



Прогнозы. Модель: (1,0,1)(0,1,0) Сезонный шаг: 4 (Таблица данных1)				
Исход: УАИМ				
Начало исходных: 1 Конец исходн.: 38				
Набл. N	Прогноз	Нижний	Верхний	Ст. ошиб.
		95,0000%	95,0000%	
39	5888,57	3884,826	7892,32	983,707
40	10637,27	8513,590	12760,95	1042,587
41	9401,97	7164,775	11639,17	1098,315
42	10153,37	7808,148	12498,59	1151,349
43	7386,24	3804,389	10968,09	1758,453
44	12134,94	8286,596	15983,28	1889,283
45	10899,64	6802,098	14997,18	2011,622
46	11651,04	7318,611	15983,46	2126,936
47	8883,91	3369,911	14397,90	2707,009
48	13632,61	7728,425	19536,79	2898,564
49	12397,31	6127,174	18667,44	3078,221
50	13148,70	6532,834	19764,57	3247,956

**4-расм. прогноз жадвали ва графиги**

**ANN модели**

Таҳлил учун дастлабки маълумотлардан фойдаланиб модель ишлаб чиқишда нейрон тўрнинг вақтли катор учун авторегрессия қисмидан фойдаланилди. Ўқитишни 80%, текширишни 20% воизда созлаганимизда MLP тўрининг яширин нейронлари минимал қиймати 2 та деб, максимал қиймати эса 8 та ва итерациялар сони 100 та деб олинган.

3-жадвал

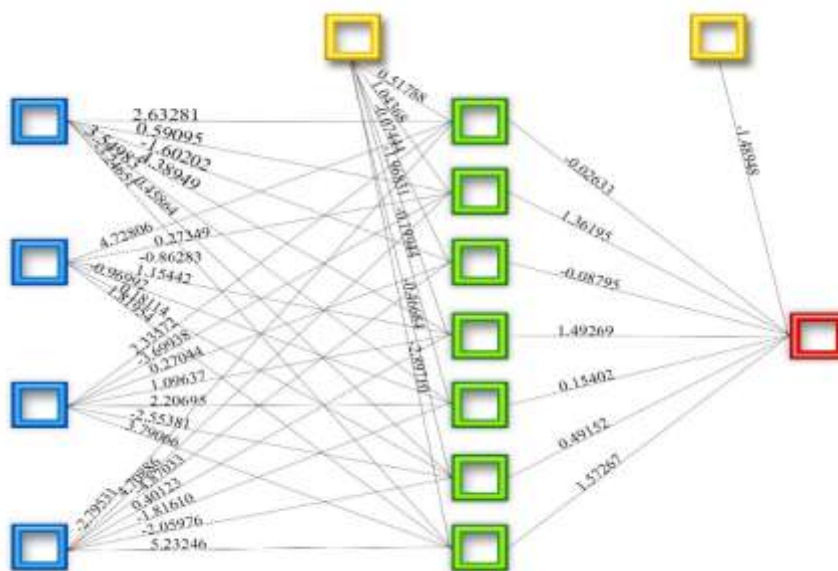
**Энг яхши 5та модель архитектураси жадвали**

Архит ектура	Прои зводи тельн ость обуч.	Конт р. произ водит ельно сть.	Оши бка обуч ения	Кон трол ьная оши бка	Алго ритм обуч ения	Функц ия ошибк и	Ф-я актив. скрытых нейр.	Ф-я актив. выходн ых нейр.
MLP 4-6-1	0,977 392	0,996 533	5248 5,71	3669 0,08	BFG S 98	Сум. квадр.	Логистич еская	Тождес твенная
MLP 4-6-1	0,972 248	0,996 910	7868 8,65	4352 1,87	BFG S 79	Сум. квадр.	Логистич еская	Тождес твенная
MLP 4-7-1	0,970 641	0,998 841	8566 7,30	6629 ,36	BFG S 63	Сум. квадр.	Логистич еская	Тождес твенная
MLP 4-8-1	0,977 224	0,997 976	5356 1,15	1195 3,09	BFG S 96	Сум. квадр.	Логистич еская	Тождес твенная
MLP 4-2-1	0,969 353	0,996 621	9198 6,82	2828 8,50	BFG S 54	Сум. квадр.	Гипербо лическая	Тождес твенная

Яширин нейронлар учун фаоллаштириш функцияларини: айнан бир хил(тождественная), сигмоид(сигмоид) ва гиперболик (гиперболическая), чиқиш нейронлари учун ҳам айнан бир хил(тождественная) вариант танланган.

Дастур мазкур моделдан ўқув жараёнида 50 та тармоқ натижасидан 5 та энг яхшисини танлаб беради (3 –жадвал).

Энг яхши моделни танлаш учун олинган маълумотларни таҳлил қилинганда, ҳар бир модель: ишлаш ва хато, тармоқ проэкцияси графиги, қолдиқ тақсимлаш гистограммаси, қолдиқ тарқалиш каби параметрлар бўйича таққосланади [13].



**5-расм. ANN(4-7-1) модели архитектураси нейрон тугунларининг бўғланган вазн ва биас қийматлари**

Масалан, 3-моделда ўқитиш унумдорлиги 0,970 ни, назорат хатолиги 6629,36 ни, яширин қатлам фаоллаштириш функцияси сигмоид(сигмоид), чиқиш қатлам фаоллаштириш функцияси бир хил(тождественная), MLP архитектураси 4 та кириш, 7 та яширин нейрон ва 1 та чиқиш қатлами мавжуд[13]. ANN(4-7-1) модели архитектураси бўйича ҳар бир кириш қатламдан яширин қатлам нейрон тугунига ва яширин қатлам тугунидан чиқиш қатламига бўғланган вазн ва биас қийматлари куйидаги расмда келтирилган(5-расм).

Яна шуни қўшимча қилиш мумкинки. MLP(4-7-1) модель математик кўриниши, яширин қатламдаги фаоллаштириш функцияси сигмоид (сигмасимон)

$$\delta(z) = \frac{1}{1+e^{-z}} \quad (6)$$

$$z_1 = \delta(2.63281 \cdot x_1 + 4.72806 \cdot x_2 + 2.33572 \cdot x_3 - 2.79531 \cdot x_4 + 0.51788)$$

$$z_2 = \delta(0.59095 \cdot x_1 + 0.27349 \cdot x_2 - 3.69938 \cdot x_3 + 4.70886 \cdot x_4 + 1.04368)$$

$$z_3 = \delta(-1.60202 \cdot x_1 - 0.86283 \cdot x_2 + 0.27044 \cdot x_3 - 4.87033 \cdot x_4 - 0.07444)$$

$$z_4 = \delta(4.38949 \cdot x_1 + 1.15442 \cdot x_2 + 1.09637 \cdot x_3 + 0.40123 \cdot x_4 - 1.96831)$$

$$z_5 = \delta(3.54983 \cdot x_1 - 0.96992 \cdot x_2 + 2.20695 \cdot x_3 - 1.8161 \cdot x_4 - 0.19944)$$

$$z_6 = \delta(0.45864 \cdot x_1 + 0.18114 \cdot x_2 - 2.55381 \cdot x_3 - 2.05976 \cdot x_4 - 0.46684)$$

$$z_7 = \delta(-3.24651 \cdot x_1 + 1.81954 \cdot x_2 + 3.79066 \cdot x_3 + 5.23246 \cdot x_4 - 2.8971)$$

Чиқиш қатламдаги фаоллаштириш функцияси Тождественная (bir xil)

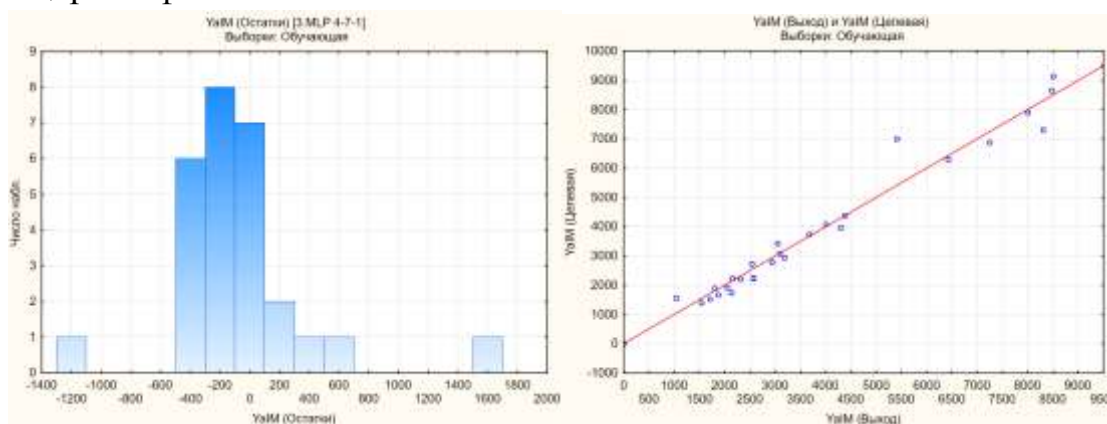
$$\vartheta(x) = x \quad (7)$$

$$\hat{y} = (-0.02633 \cdot z_1 + 1.36195 \cdot z_2 - 0.08795 \cdot z_3 + 1.49269 \cdot z_4 + 0.15402 \cdot z_5 + 0.49152 \cdot z_6 + 1.57267 \cdot z_7 - 1.48948)$$

прогнозлашда ушбу модель шаклидан фойдаланиш мумкинлигини билдиради.

Кейинчалик эса, ҳар бир модель қолдиқларининг тақсимланиш гистограммасини солиштирилади. 6-расмда 1 та тўр қолдиқларининг тақсимланиш графиги кўрсатилган.

Моделнинг яхши тақсимланиш кўрсаткичи - бу қолдиқларнинг нормал тақсимланишининг тахминий кўриниши. 6-расмдан кўришиб турибдики, бу модель нормал тақсимотга эга. Барча бешта тўрни солиштирганда, учинчи тармоқ юқори сифатга эга.



**6-Расм. MLP 4-7-1 тўри қолдиқларининг тақсимланиш гистограммасива диаграммаси**

6-расмда MLP 4-7-1 тўрининг қолдиқлари бир тўғри чизик атропоида тарқоқ ҳолда тарқалиши кўрсатилган. Ҳамма нуқталар тўғри чизикқа тушганда, улар яхши модель сифати ҳақида маълумот беради.

Барча параметрлар бойича MLP 4-7-1 модели кейинги прогноз қилиш учун энг яхшиси дейиш мумкин. Мазкур модель учун детерминация коэффиценти  $R^2=0,97$ га, MAPE- 7,93% хатолик жуда мақбул натижадир.

**ARIMA ва ANN прогнозлаш кўрсаткичларини таққослаш:**

ARIMA va ANN modellari ni taqqoslash haqiqiy kursatkich va ushbu modellarni e'rdamida olingan prognozlar urtasidagi hatoliklarni hisoblash orqali baholandi. Kulgina tadqiqotlarda ANN modellari ARIMA modellari ga qaraganda prognozlashda yaxshiroq natija bеришлиги haqida ma'lumotlar berilgan va ushbu maqolada yuqoridagi fikr uz tasdiqini topdi(4-jadval).

4-jadval:

**Eng yaxshi ARIMA va ANN modeli urtasidagi taqqoslash jadvali**

№	Model turi	MAPE
1	Arima (1, 0, 1)(0, 1, 0) <sub>4</sub>	11,42
2	ANN (4-7-1)	7,93

Shu bilan bir qatorda ARIMA va ANN modellari natijalariga nazar soladigan bu'l'sak quyidagicha kurinishni kurishimiz mumkin(5-jadval).

5-jadval

**Arima va ANN modellari ning jadvali**

давр	Факт	ANN	ARIMA	давр	Факт	ANN	ARIMA
2019 1-чорак	3092,10 0	3084,9 7	3005,71	2022 1-чорак	-	5126,51	5888,57
2019 2-чорак	7009,20 0	5407,9 2	4734,77	2022 2-чорак	-	10628,5 4	10637,2 7
2019 3-чорак	5940,60 0	5875,3 4	4464,74	2022 3-чорак	-	9544,70	9401,97
2019 4-чорак	6307,40 0	6421,6 3	8628,38	2022 4-чорак	-	10247,1 1	10153,3 7
2020 1-чорак	4078,00 0	4002,5 3	3999,06	2023 1-чорак	-	6096,69	7386,24
2020 2-чорак	7303,30 0	8308,3 7	7915,64	2023 2-чорак	-	12196,3 5	12134,9 4
2020 3-чорак	5741,30 0	5795,1 0	6760,37	2023 3-чорак	-	10650,7 1	10899,6 4
2020 4-чорак	6881,00 0	7246,6 2	6990,82	2023 4-чорак	-	11434,7 6	11651,0 4
2021 1-	4390,90	4379,0	4739,94	2024 1-	-	6890,53	8883,91

<b>чорак</b>	0	5		<b>чорак</b>			
<b>2021 2-чорак</b>	9139,60	8499,0	7914,21	<b>2024 2-чорак</b>	-	13080,8	13632,6
	0	8				0	1
<b>2021 3-чорак</b>	7904,30	8006,7	6497,97	<b>2024 3-чорак</b>	-	11087,5	12397,3
	0	8				6	1
<b>2021 4-чорак</b>	8655,70	8475,7	7804,31	<b>2024 4-чорак</b>	-	11832,2	13148,7
	0	9				1	0

Юқоридаги жадвалдан кўриниб турибдики, 2022-2024 йиллар давомида ЯХМ ҳажмида ўсиш тенденциясини кўриш мумкин. Умуман, прогнозлаш натижаларига кўра ANN(4-7-1) моделига кўра прогноз натижаси 2024 йилга келиб ЯХМ ҳажми 42891,09 млрд. сўмни, ARIMA(1, 0, 1)(0, 1, 0)<sup>4</sup> моделига кўра эса 48062,52 млрд. сўмни ташкил этиши кутилмоқда. Бу эса 2021 йилга нисбатан 2024 йил ANN моделда 1,43 фоизга, ARIMA модель 1,60 фоизга ошишини кўриш мумкин.

#### **ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР**

Ушбу тадқиқот ARIMA ва ANN моделларининг прогнозлаш самарадорлигини таққосланган. ANN бўйича прогноз қилиш учун энг мос модель MLP (4-7-1) чиқиш нейрони, ARIMA бўйича эса энг яхши модель ARIMA (1, 0, 1)(0, 1, 0)<sup>4</sup> эканлиги аниқланди. MLP(4-7-1) моделига кўра, 2024 йилга келиб ЯХМ ҳажми 42891,09 млрд. сўмни, ARIMA(1, 0, 1)(0, 1, 0)<sup>4</sup> модели бўйича эса 48062,52 млрд. сўмни ташкил этиши кутилмоқда. Яни вилоят ЯХМ ҳажми 2024 йил 2021 йилга нисбатан ANN моделда 1,43 фоизга, ARIMA моделда эса 1,60 га ошишини кўриш мумкин. Бу ўз навбатида 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясининг 33-мақсадида белгиланган ҳудудларни мутаносиб ривожлантириш орқали ҳудудий иқтисодиётни 1,4-1,6 бараварга ошириш вазифасига мос келади[15].

Шундай қилиб, тадқиқот ANN модели ЯХМ ҳажмини прогноз қилиш учун кўпроқ мос келади деган хулосага келди.

#### **REFERENCES**

1. Балдин К.В. Эконометрика: Учебное пособие / Балдин К.В., Быстров
2. Gosasang, V., Chan., W. and KIATTISIN, S. 2011. A Comparison of Traditional and Neural Networks Forecasting Techniques for Container Throughput at Bangkok Port. The Asian Journal of Shipping and Logistics, Vol. 27, N° 3, pp. 463-482.



3. J. Yao and C.L. Tan, (2000) “A case study on using neural networks to perform technical forecasting of forex,” *Neurocomputing*, vol.34, pp. 79-98,
4. S. Yaser and A. Atiya, (1996) “Introduction to Financial Forecasting”, *Applied Intelligence*, vol. 6, pp 205-213.
5. Mitrea, C.A., Lee, C. K. M., WuZ. 2009. A Comparison between Neural Networks and Traditional Forecasting Methods: A Case Study”. *International Journal of Engineering Business Management*, Vol. 1, No. 2, p 1924.
6. NowrouzKohzadi, Milton S. Boyd, BahmanKermanshahi, and IeblingKaastra(1996), “A comparison of Artificial neural network and time series models for forecasting commodity prices”, *Neurocomputing*,pp. 10(2):169 181.
7. Боровиков В.П. Нейронные сети Statistica Neural Networks Методология и технологии современного анализа данных: “горячая линия –Телеком”, 2008 г. С. 392.
8. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник / Под ред. Елисеевой И.И. - М. : Проспект, 2010. - 345с.
9. Григорьева Д.Р., Файзуллина А.Г. Анализ и прогнозирование экономического показателя объем продаж предприятия в системе Statistica (англ.яз) / Международный научный конгресс “Фундаментальные и прикладные научные исследования в странах Тихоокеанского и Атлантического бассейнов”.- Токио: Tokyo University Press, 2014.- №2 - С.284287.
10. Е.И.Кулинич. Эконометрия / Е. И. Кулинич. — М.: Финансы и статистика, 2010. — 304 с
11. О.А.Заяц (2009). Прогнозирование объемов производства молока на основе сезонной ARIMA-модели. – М.: *Фундаментальные исследования*, №6 - 61-66 с.
12. Namazov G.Sh. “Analysis of approaches for modeling and forecasting the socio-economic development of the region”. *Journal of innovations in economy*. 2021. Vol. 4, Issue 6. pp. 12-17 <http://dx.doi.org/10.26739/2181-9491-2021-6-2>
13. Хотамов О.К., Намазов Г.Ш. “Прогноз муаммоларини ҳал қилишда нейрон тўр моделларини қўллаш” *Иқтисодиёт ва таълим журнали* №5. 2020. – 4-12.
14. Отажанов У.А. Замонавий иқтисодий масалаларни ҳал қилишда сунъий интеллектни қўллаш//“Ўзбекистонда инновацион менежмент стратегияларини амалга ошириш тажрибаси” мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси илмий мақола ва тезислар тўплами (2018 йил 9 октябрь). – Т.: ТДИУ, 2018.– 275-277 бб

- 
15. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF–60-sonli Farmoni bilan tasdiqlangan “2022–2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi”
  16. [ru.wikipedia.org](https://ru.wikipedia.org) (2021) - свободная энциклопедия. - <https://u.to/JkNiGw>
  17. [www.surxonstat.uz](http://www.surxonstat.uz) (2021) - Surxondaryo viloyati Statistika boshqatmasi sayti ma’lumotlari.