

УЎТ: 628.218+332.33+556.18:33012.23

СУВНИ ТЕЖАЙДИГАН ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ЖОРИЙ ЭТИШГА ЙЎНАЛТИРИЛГАН ИНВЕСТИЦИЯ САМАРАДОРЛИГИНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ

*А.А.Мирзаев - тадқиқотчи, Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Ўзбекистон Республикаси сув хўжалиги вазирлиги*

Аннотация

Ўзбекистонда қишлоқ хўжалиги экинларини суғоришда сувни тежайдиган технологияларни жорий этилишининг иқтисодий механизмларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу билан бир қаторда, ғўзани суғоришда сувни тежайдиган технологиялардан фойдаланиш самарадорлигини таҳлил қилиш ва инвестиция натижадорлигини баҳолашнинг математик усуллари ишлаб чиқиш ҳамда уларни амалиётга жорий қилиш масалалари етарли даражада ўрганилмаган. Ушбу мақолада сувни тежайдиган технологияларни жорий этишга йўналтирилган инвестиция самарадорлигининг математик модели келтирилган. Математик моделнинг сонли эксперимент натижаларига кўра, сувни тежайдиган технологияларни жорий этилиши давлат томонидан субсидияланса самарага эга бўлиши ҳамда субсидиялар турлича (солиқдан озод этиш, божхона тўловларидан озод этиш, молиявий маблағлар кўринишида) шаклда бўлиши асосланган.

Таянч сўзлар: математик модель, суғориш технологияси, инвестиция, самарадорлик, трансверсаллик шарти.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ НАПРАВЛЕННЫХ НА ВНЕДРЕНИЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*А.А.Мирзаев - соискатель, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем
Министерство водного хозяйства Республики Узбекистан*

Аннотация

В Узбекистане проводятся научно-исследовательские работы, направленные на совершенствование экономических механизмов внедрения водосберегающих технологий полива сельскохозяйственных культур. Вместе с этим, не достаточно изучены вопросы, связанные с анализом эффективности использования водосберегающих технологий при поливе хлопчатника, разработкой математических методов оценки результативности инвестиций, а также внедрения их в практику. В этой статье приводится математическая модель эффективности инвестиций, направленных на внедрение водосберегающих технологий. Результаты численного эксперимента математической модели показывают, что внедрение водосберегающих технологий имеет эффективность при государственном субсидировании, приводится обоснование различных форм (освобождение от налога, таможенные пошлины, в виде финансовых средств) субсидий.

Ключевые слова: математическая модель, технология орошения, инвестиция, эффективность, условие трансверсальности.

MATHEMATICAL MODEL OF THE EFFICIENCY OF INVESTMENTS AIMED IN THE IMPLEMENTATION OF WATER-SAVING TECHNOLOGIES

*A.A. Mirzaev - researcher, Scientific research institute of Irrigation and water problems
Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan*

Abstract

In Uzbekistan, research work is being carried out aimed at improving the economic mechanisms for the introduction of water-saving technologies for irrigating agricultural crops. At the same time, the issues related to the analysis of the effectiveness of the use of water-saving technologies when irrigating cotton, the development of mathematical methods for assessing the effectiveness of investments, as well as their introduction into practice have not been sufficiently studied. This article provides a mathematical model of the efficiency of investments aimed at introducing water-saving technologies. The results of a numerical experiment of a mathematical model show that the introduction of water-saving technologies is effective with government subsidies, and also provides a justification for various forms (tax exemption, customs duties, in the form of funds) of subsidies.

Key words: mathematical model, irrigation technology, investment, efficiency, transversality condition.

Кириш. Жаҳонда иқлим ўзгариши билан боғлиқ сув тақчиллиги шароитида қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини барқарор ривожлантиришда самарали суғориш технологияларини қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгаллайди. “Дунё миқёсида магистрал каналларда сув етказиш билан боғлиқ технологик жараёнда ўртача 35–40 фоизгача, суғориладиган майдонларда 25–30 фоизгача сув ресурслари йўқотилишини ҳисобга олсак”, бу соҳада илмий ва амалий тадқиқотларни талаб даражасида ташкил этиш, ирригация каналларида сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш, экинларни суғоришда янги замонавий инновацион технологияларни синаб кўриш ва амалиётга жорий этишни тақозо этади [1, 2, 3]. Бу эса ўз навбатида соҳага катта масштабдаги давлат ва чет эл инвестициялари иштирокидаги лойиҳаларни амалга оширишни талаб этади. Шу жиҳатдан сувни тежайдиган технологияларни жорий этишга йўналтирилган инвестициялар хавфсизлиги ва самарадорлигини таъминлайдиган иқтисодий усулларни такомиллаштириш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Математик моделлаштириш. Математик моделни ишлаб чиқиш учун тегишли соддалаштириш ва фаразларни амалга оширилади. Яъни, суғориш технологияси жорий этилган (тадқиқот объектида) суғориладиган майдонга бериладиган сув лимити $W_{\text{лимит}}$, йилнинг сув таъминотидан келиб чиққан ҳолда лимитга ўзгартириш киритиладиган бўлса, бу миқдор қуйидаги катталиқ билан аниқланади Δ . Сувни тежайдиган технология қўлланилишидан аввал беҳудага йўқотиладиган сув миқдори δ деб номланади. У ҳолда вегетация даврида далага сув олиш ҳажмини вақт бўйича динамикаси қуйидаги тенглама орқали ифодаланади [4, 5, 6]:

$$\dot{W}_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t,$$

Бу ерда: Δ_t - t вақтдаги сув истеъмоли.

Сувни тежайдиган технологияларнинг жорий этилиши беҳуда йўқотиладиган сув миқдорини $\delta < \delta$ гача камайитириш имкониятини яратади. Бунда сувни тежайдиган технологияни қўллаш лойиҳасининг қиймати Λ ни ташкил этади. Сувни тежашнинг ялпи харажатлари $\psi(t)$ функция орқали ифодаланади деб фараз қилинди. У ҳолда $\psi(0) = 0$, $\psi'(\Delta) > 0$, $\psi''(\Delta) < 0$ бўлади, сув ресурсларини манбадан олиш ва транспортировка харажатлари мос равишда

$V(\Delta)$ функция орқали ифодаланиб, $V'(\frac{\bar{\Delta}}{\delta}) > 0$, $V''(\Delta) < 0$ тенгсиз

ликларни ўринли деб фараз қилинди. Ундан ташқари вегетация даврида қўшиб бериладиган сув миқдори сувга

бўлган талабга нисбатан кичик $V'(\frac{\bar{\Delta}}{\delta}) < \psi'(\frac{\bar{\Delta}}{\delta})$ бўлишини

этиборга олиш керак. У ҳолда сув истеъмолини қондиришни оптималлаштириш масаласидан инвестиция самарадорлигини аниқлаш имкониятини берадиган масалага келиш мумкин [7, 8]:

$$\begin{aligned} \max_{\Delta_t, T \geq 0} & \int_0^{\infty} (\Psi(\Delta_t) - V(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt - \Lambda e^{-\alpha t} \\ \dot{W}_t &= \bar{\Delta} - \delta \Delta_t, t < T; \\ \dot{W}_t &= \bar{\Delta} - \delta \Delta_t, t \geq T; \\ W_t &\geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{ берилган катталиқлар.} \end{aligned}$$

Ушбу масала ечимини икки босқичда амалга ошира-

миз. T вақт моментидан сувни тежайдиган технологияга инвестиция йўналтирилган бўлиб, ушбу вақт моментидан ажратилган лимитдан қолган захира W_t ни ташкил этсин деб фараз қилинади. У ҳолда қуйидаги масалага келиш мумкин:

$$\begin{aligned} E(T, W_T) &= \max_{\Delta_t \geq 0} \int_T^{\infty} (\Psi(\Delta_t) - V(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt; \\ \dot{W}_t &= \bar{\Delta} - \delta \Delta_t, t \geq T; \\ W_t &\geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{ берилган катталиқлар} \end{aligned} \quad (1)$$

Энди сувни тежайдиган технологияларга инвестицияларни йўналтириш учун оптимал моментни аниқлаш масаласига келинди:

$$\begin{aligned} \max_{\Delta_t \geq 0} & \int_T^{\infty} (\Psi(\Delta_t) - V(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt + \Lambda e^{-\alpha t} + E(T, W_T); \\ \dot{W}_t &= \bar{\Delta} - \delta \Delta_t; \\ W_t &\geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{ берилган катталиқлар.} \end{aligned} \quad (2)$$

λ_t туташ функция. У ҳолда келтирилган қиймат терминидан гамилтонион қуйидаги кўринишга келади:

$$H_t = (\Psi(\Delta_t) - V(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt + \lambda_t (\bar{\Delta} - \delta \Delta_t)$$

Вегетация давридаги лимитдан қолган сув миқдорини $v_g \equiv V'_g(\Delta_t)$ орқали белгиланади.

Юқоридагиларни эътиборга олган ҳолда биринчи тартибли шарти ёзилади:

$$\Psi'(x_t) \begin{cases} \leq v_g + \delta \lambda_t e^{\alpha t}; \\ = v_g + \delta \lambda_t e^{\alpha t}, \text{ агар } \Delta_t > 0. \end{cases} \quad (3)$$

$$\lambda_t \begin{cases} = 0, \text{ агар } W_t > 0 \\ \leq 0, \text{ агар } W_t = 0 \end{cases} \quad (4)$$

бунда: T вақт моментидан лимитдан қолган захирани аниқловчи трансверсаллик шартни қуйидагича ифодаланади:

$$\lambda_T = (E(T, W_T) e^{-\alpha T})'_{W_T} \quad (5)$$

Ундан ташқари инвестиция жалб қилиш моментини аниқловчи трансверсаллик шартни қаноатланиши шарт бўлади.

$$\begin{aligned} H_T^- &= -\frac{d}{dT} ((E(T^+, W_T) - \Lambda) e^{-\alpha T^+}) = \\ &= -\frac{d}{dT} (E(T^+, W_T) e^{-\alpha T^+}) - \alpha \Lambda e^{-\alpha T^+} \end{aligned}$$

бу ердан қуйидагича олинди:

$$\begin{aligned} H_T^- + \alpha \Lambda e^{-\alpha T^+} &= \\ &= -\frac{d}{dT} (E(T^+, W_T) e^{-\alpha T^+}) - \alpha \Lambda e^{-\alpha T^+} \end{aligned} \quad (6)$$

(6) тенгламадан кўриниб турибдики, $E(T^+, W_T) e^{-\alpha T^+} = \int_T^{\infty} (\Psi(\bar{\Delta}_t) - V(\bar{\Delta}_t)) e^{-\alpha t} dt$ бўлади, бу ерда: $\bar{\Delta}_t$ - (1) масала учун оптимал траекторияни ифодалайди.

$$-\frac{d}{dT} (E(T^+, W_T) e^{-\alpha T^+}) = e^{-\alpha T^+} (\Psi(\bar{\Delta}_+) - C(\bar{\Delta}_+)) - \lambda_{T^+} (\bar{\Delta} - \delta \Delta_{T^+})$$

Олинган ифодани (6) тенгламага қўйиб, тегишли математик амаллардан сўнг қуйидагича тенглама олинди:

$$\Psi(\Delta_T^-) - V(\Delta_T^-) - \lambda_T e^{\alpha T} \delta \Delta_T^- + \alpha \Lambda = \Psi(\Delta_T^+) - V(\Delta_T^+) - \delta \Delta_T^+ \quad (7)$$

бу ерда: $(\Psi(\Delta_T^-) - C(\Delta_T^-) - \lambda_T e^{\alpha T} \delta \Delta_T^-)$ - инвестиция жалб қилинишигача бўлган даврда сувга бўлган талаб. $(\Psi(\Delta_T^+) - C(\Delta_T^+) - \delta \Delta_T^+)$ - инвестиция амалга оширилгандан кейин сувга бўлган талаб. Юқоридаги шартлар, инвестицияни шундай вақт моментидан жалб қилишлигини, ушбу моментда сувни тежайдиган технология жорий этилиб, суғориладиган майдонларни сувга бўлган талаби қондирилиши зарур бўлади [9, 10].

(3) шартга кўра куйидагича олинди:
 $\Psi'(x_T^+) \Delta_T^- = (v_g + \delta \lambda_T e^{\alpha T}) \Delta_T^-$

(1) учун аналогик шартлардан куйидагича олинди:
 $\Psi'(x_T^+) \Delta_T^+ = (v_g + \delta \lambda_T e^{\alpha T}) \Delta_T^+$

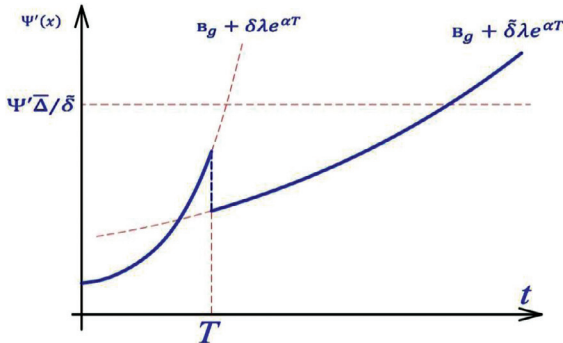
Ушбу ифодани (7) тенгламага қўйиб куйидаги тенгсизлик топилади:

$$\Psi(\Delta_T^-) - \Psi'(\Delta_T^-) \Delta_T^- + v_g \Delta_T^- - B(\Delta_T^-) + \alpha \Lambda = \Psi(\Delta_T^+) - \Psi'(\Delta_T^+) \Delta_T^+ + v_g \Delta_T^+ - B(\Delta_T^+) \quad (8)$$

Шарт бўйича фойдалалик коэффициенти қавариқ ва $\Psi(0) = 0$, у ҳолда $(\Psi(\Delta) - \Psi'(\Delta)\Delta)$ функция Δ бўйича ўсади. Ундан ташқари куйидаги тенгсизлик ўринли бўлиб, $(v_g \Delta - B(\Delta))'_\Delta = v_g + v'_g \Delta - v_g = v'_g \geq 0$. Ушбу тенгсизликдан $(\Psi(\Delta) - \Psi'(\Delta)\Delta + v_g \Delta - B(\Delta))$ функция x бўйича ўсади.

Натижада T вақт моментига сувга бўлган эҳтиёж кескин ўсади, чегаравий самарадорлик кескин пасаяди (1-расм). Графикдаги кескин ўзгаришлар инвестиция лойиҳаси Λ қийматига боғлиқ бўлади.

Шундай қилиб, инвестициялашнинг мақбул momenti куйидагича аниқланади:



1-расм. T вақт моментига сувга бўлган эҳтиёж ва чегаравий самарадорлик динамикаси

$$\begin{aligned} \max_{\Delta_t T} & \geq 0 \int_0^T (\rho_t \Delta_t - B(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt + \Lambda e^{-\alpha T} + Z(T, W_T); \\ \dot{W}_t &= \bar{\Delta} - \delta \Delta_t; \\ W_t &\geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{берилган катталиқ} \end{aligned} \quad (9)$$

бу ерда: $Z(T, W_T)$ инвестиция жалб қилиниши натижа-сида сувни тежаш технологиясини жорий этган истеъмолчи (фермер, кластер) томонидан олинган максимал фойда:

$$Z(T, W_T) = \max_{\Delta_t \geq 0} \int_0^T (\rho_t \Delta_t - B(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt; \quad (10)$$

$$\dot{W}_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t, t \geq T;$$

$$W_t \geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{берилган катталиқ}$$

T вақт моментига ресурс захираси бўйича трансверсаллик шarti куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\xi = (Z(T, W_T) e^{-\alpha T})'_{W_T}$$

бу ерда: ξ -лимит бўйича қолган сув захирасини баҳолаш коэффициенти. (9) масала бўйича инвестиция жорий этишнинг мақбул моментини куйидагича ифодалаш мумкин:

$$\begin{aligned} (\rho_T^- \Delta_T^-) - B(\Delta_T^-) e^{-\alpha T} + \xi_T (\bar{\Delta} - \delta \Delta_T^-) + \alpha \Lambda e^{-\alpha T} = \\ = (\rho_T^+ \Delta_T^+) - B(\Delta_T^+) e^{-\alpha T} + \xi_T (\bar{\Delta} - \delta \Delta_T^+) \end{aligned}$$

Ёки куйидаги кўринишда ёзиб олиш мумкин.

$$\rho_T^- x_T^- - B \Delta_T^- - \delta \xi_T e^{\alpha T} \Delta_T^- + \alpha \Lambda = \rho_T^+ x_T^+ - B \Delta_T^+ - \delta \xi_T e^{\alpha T} \Delta_T^+ \quad (11)$$

Юқоридагилардан кўринадики, ҳосилдан олинган даромад ва барча харажатлари ўртасидаги фарқ сув истеъмолчиси (фермер ёки кластер)нинг фойдасини кўрсатади. Биринчи тартибли шартни эътиборга олиб ва тегишли математик амаллардан сўнг куйидагича ифода олинди:

$$v_g \Delta_T^- - B(\Delta_T^-) + \alpha \Lambda = v_g \Delta_T^+ - B(\Delta_T^+). \quad (12)$$

Шундай қилиб, $\Psi(\Delta_T^-) - \Psi'(\Delta_T^-) \Delta_T^- = \Psi(\Delta_T^+) - \Psi'(\Delta_T^+) \Delta_T^+$ шартда (8) ва (12) айният бажарилади.

Юқоридаги таҳлиллардан кўринадики, сув истеъмолчиси (фермер, кластер) ва давлат сувни тежайдиган технологияларни жорий этишдан турли манфаат кўради. Яъни, давлат сувни тежайдиган технологияни субсидиялаши натижасида сув истеъмолчиси (фермер ёки кластер)нинг харажатлари $(1 - \tau)\Lambda$ катталиқни ташкил этади, бу ерда: τ - субсидия ставкаси. У ҳолда (12) шарт куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$v_g \Delta_T^- - B(\Delta_T^-) + \alpha(1 - \tau)\Lambda = v_g \Delta_T^+ - B(\Delta_T^+). \quad (13)$$

Субсидия ставкасини шундай танлаш керакки, куйидаги тенгсизлик қаноатланиши керак:

$$\begin{aligned} v_g \Delta_T^- - B(\Delta_T^-) + \alpha \Lambda - (v_g \Delta_T^+ - B(\Delta_T^+)) \\ = (\Psi(\Delta_T^-) - \Psi'(\Delta_T^-) \Delta_T^-) - (\Psi(\Delta_T^+) - \Psi'(\Delta_T^+) \Delta_T^+) \end{aligned}$$

Ушбу тенглик ва (13) дан τ ни топиб олинади:

$$\tau = \frac{(\Psi(\Delta_T^+) - \Psi'(\Delta_T^+) \Delta_T^+) - (\Psi(\Delta_T^-) - \Psi'(\Delta_T^-) \Delta_T^-)}{\alpha \Lambda}$$

Юқоридагилардан кўринадики, $(\Psi(\Delta) - \Psi'(\Delta)\Delta)$ ни ўсиши билан $\tau > 0$ бўлади. Яъни, сувни тежайдиган технологиялар фақат давлат томонидан субсидияланса самарага эга бўлади. Бунда субсидия турлича (солиқдан озод этиш, божхона тўловларидан озод этиш, молиявий маблағлар) шаклда бўлиши мумкин.

Хулоса. Самарали траектория параметрларини тадқиқи, сувни тежайдиган технологияларни жорий этишдан аввал сув истеъмолининг ишончлилиқ ҳолати пасайиши рўй беради. Аммо сувни тежайдиган технологияларнинг қўлланиши натижасида сув истеъмоли ҳажми камайиб, унинг самарадорлиги ортишини кўрсатди. Сувни тежайдиган технологиялар давлат томонидан субсидияланса самарага эга бўлади. Бунда субсидия турлича (солиқдан озод этиш, божхона тўловларидан озод этиш, молиявий маблағлар) шаклда бўлиши мумкин.

№	Адабиётлар	References:
1	Махмудов И.Э., Chen Xi, Jilili Abuduwaili, Хамраев Ш.Р., Махмудов Э.Ж., Кузиев Р.К., Садиев У.А., Муродов Н.К., Эрнарзоров А.И., Долидудко А.И. «Исследование агромелиоративных параметров территорий бассейна реки Амударья в условиях изменения климата в Центральной Азии», Монография. – Ташкент, 2019. – 320 с.	Mahmudov I.E., Chen Xi, Jilili Abuduwaili, Xamraev Sh.R., Mahmudov E.J., Kuziev R.K., Sadiev U.A., Murodov N.K., Ernazarov A.I., Dolidudko A.I. «Issledovaniye agromeliorativnykh parametrov territoriy basseyna reki Amudar'ya v usloviyakh izmeneniya klimata v Tsentral'noy Azii» ["Study of agro-ameliorative parameters of the territorial waters of the Amudarya River in the conditions of climate change in Central Asia"], Monograph. Tashkent. 2019. 320 p. (in Russian)

2	Махмудов И.Э., Эрназаров А.И., Дolidудко А.И. «Закономерности динамики процессов увлажнения почво-грунта при бороздковом поливе сельскохозяйственных культур» // Монография. – Ташкент: Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи, 2020. – 134 с.	Mahmudov I.E., Ernazarov A.I., Dolidudko A.I. «Zakonomernosti dinamiki protsessov uvlazhneniya pochvo-grunta pri borozdkovom polive sel'skokhoz-yaystvennykh kul'tur» [Laws of dynamics of processes of soil moisture in furrow cultivation in agricultural lands] // Monograph, Tashkent: Publishing House of Innovative Development Publishing House, 2020, 134 p. (in Russian)
3	Эрназаров А.И., Авлакулов М., Дolidудко А.И. «Закономерности увлажнения почво-грунтов при бороздковом поливе хлопчатника» // Монография. – Ташкент: ФАН, 2019. – 167 с.	Ernazarov A.I., Avlakulov M., Dolidudko A.I. «Zakonomernosti uvlazhneniya pochvo-gruntov pri borozdkovom polive khlopchatnika» [“Regularities of soil moistening during furrow irrigation of cotton”] // Monograph, Tashkent: FAN. 2019, 167 p. (in Russian)
4	I.E.Mahmudov, N Muradov “Evaluation of the management and Use of Water Resources in the Middle Reaches of the Syrdarya Basin” // Trans Tech Publications, Switzerland, Pp. 75-80, 2016.	I.E.Mahmudov, N Muradov “Evaluation of the management and Use of Water Resources in the Middle Reaches of the Syrdarya Basin” Trans Tech Publications, Switzerland, Pp. 75-80, 2016.
5	Махмудов И. Э., Садиев У. Разработка научно-методических мер по повышению эффективности и надежности управления использования водных ресурсов в ирригационных системах (на примере Каршинского магистрального канала) // Водному сотрудничеству стран Центральной Азии – 20 лет: опыт прошлого и задачи будущего. Тошкент – 2013. – С. 141.	Maxmudov I. E., Sadiev U. <i>Razrabotka nauchno-metodicheskikh mer po povysheniyu effektivnosti i nadezhnosti upravleniya ispol'zovaniya vodnykh resursov v irrigatsionnykh sistemakh</i> [Development of scientific-methodical measures on increase of efficiency and reliability of management of use of water resources in irrigation systems] (on the first Karshinskogo main canal) <i>Vodnomu sotrudnichestvu stran Tsentralnoy Azii 20 let: opyt bush igo. Tashkent. 2013. 141 p. (in Russian)</i>
6	И.Махмудов, Э.Казаков “Гидравлическая модель регулирования колебаний уровня воды в Большом Наманганском канале” Россия журнал «Гидротехника» 2020. №3(60), С. 52-54.	I.Makhmudov, E.Kazakov “ <i>Gidravlicheskaya model' regulirovaniya kolebaniy urovnya vody v Bol'shom Namanganskom kanale</i> ” [“Hydraulic model of regulation of water level in the Bolshoi Namangan canal”] Russian journal “Hydraulic engineering” 2020. №3 (60), Pp. 52-54. (in Russian)
7	И.Махмудов, Э.Казаков “Hydraulic Modeling of Transient Water Movement in the Downstream of the Uchkurgan Hydroelectric Station” International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 6, June 2020. Pp. 4137-14140.	I.Maxmudov, E.Kazakov “Hydraulic Modeling of Transient Water Movement in the Downstream of the Uchkurgan Hydroelectric Station” International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 6, June 2020. Pp.14137-14140.
8	Махмудов И.Э., Махмудова Д.Э., Мурадов Н.К. Оценка потенциала Чирчикского и Ахангаранского речных бассейнов для повышения эффективности использования стока рек на территории Республики Узбекистана // Водосбережение, мелиорация и гидротехнические сооружения как основа формирования агрокультурных кластеров России в XXI веке. – 2016. – С. 251-257.	Makhmudov I.E., Makhmudova D.E., Muradov N.K. <i>Otsenka potentsiala Chirchikskogo i Akhangaranskogo rechnykh basseynov dlya povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya stoka rek na territorii Respubliki Uzbekistana</i> [Assessment of the potential of the Chirchik and Akhangaran river basins to increase the efficiency of river runoff use in the territory of the Republic of Uzbekistan] // <i>Water conservation, reclamation and hydraulic structures as the basis for the formation of agricultural clusters in Russia in the XXI century. 2016. Pp. 251-257. (in Russian)</i>
9	Эрназаров А.И., Махмудов И.Э., Ражабов А., Гуломов О. Сув ресурсларини бошқариш тизимини такомиллаштириш ва уни рақамли технологиялар асосида автоматлаштириш // “Ўзбекистонда Сув Ресурсларидан Самарали Фойдаланишнинг Муаммолари ва Ечимлари” мавзусида республика миқёсидаги илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, Карши 202. – Б. 239-243.	Ernazarov A.I., Mahmudov I.E., Rajabov A., Gulomov O. <i>Suv resurslarini boshkarish tizimini takomillashtirish va uni rakamli texnologiyalar asosida avtomatlashtirish</i> [Improvement of water resources management system and its automation on the basis of digital technologies] Proceedings of the national scientific-practical conference "Problems and Solutions to the Efficient Use of Water Resources in Uzbekistan", Karshi 2021, Pp. 239-243. (in Uzbek)
10	Эрназаров А.И., Уразкелдиев А.Б., Ражабов А., Каршиев Р. Томчилатиб суғориш технологияси асосида суғоришда тупроқ-грунт намла ниши соҳасида намлик динамикасининг математик модели // “Агро илм” журнали, Тошкент 2021. №2(72) – Б. 68-69. (05.00.00; №3).	Ernazarov A.I., Urazkeldiev A.B., Rajabov A., Karshiev R. <i>Tomchilatib sugorish texnologiyasi asosida sugorishda tuproq-grunt namla namlik dinamikasining matematik modeli</i> [Mathematical model of moisture dynamics in the field of soil-soil wetting in drip irrigation on the basis of drip irrigation technology] // Journal of Agro Science 2 (72), Tashkent 2021, Pp. 68-69. (05.00.00; №3).(in Uzbek)