

ISSN 2224-526X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

АГРАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ АГРАРНЫХ НАУК



SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

**2 (38)**

НАУРЫЗ – СӘУІР 2017 ж.  
МАРТ – АПРЕЛЬ 2017 г.  
MARCH – APRIL 2017

2011 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 2011 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 2011

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

**Есполов Т.И.,**

э.ғ.д, профессор,

ҚР ҰҒА академигі және вице-президенті

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Байзақов С.Б.**, э.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі (бас редактордың орынбасары); **Тиреуов К.М.**, э.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі (бас редактордың орынбасары); **Елешев Р.Е.**, т.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі; **Рау А.Г.**, т.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі; **Иванов Н.П.**, в.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі; **Кешуов С.А.**, т.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Мелдебеков А.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі; **Чоманов У.Ч.**, т.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА академигі; **Елюбаев С.З.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Садықұлов Т.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Сансызбай А.Р.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Умбетаев И.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Оспанов С.Р.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА құрметті мүшесі; **Олейченко С.И.**, а.ш.ғ.д., проф.; **Кененбаев С.Б.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі; **Омбаев А.М.**, а.ш.ғ.д., проф.; **Молдашев А.Б.**, э.ғ.д, проф., ҚР ҰҒА құрметті мүшесі; **Сагитов А.О.**, б.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі; **Сапаров А.С.**, а.ш.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі; **Балгабаев Н.Н.**, а.ш.ғ.д., проф.; **Умирзаков С.И.**, т.ғ.д, проф.; **Султанов А.А.**, в.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі; **Жамбакин К.Ж.**, б.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр-мүшесі; **Алимқұлов Ж.С.**, т.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі; **Саданов А.К.**, б.ғ.д., проф.; **Сарсембаева Н.Б.**, в.ғ.д., проф.

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

**Fasler-Kan Elizaveta**, Dr., University of asel Switzeland; **Koolmees Petrus Adrianus**, Prof. Dr., Utrecht University, The Netherlands; **Babadoost-Kondri Mohammad**, Prof., University of Illinois, USA; **Yus Aniza Binti Yusof**, Dr., University Putra, Malaysia; **Hesseln Hayley Fawn**, As. Prof., University of Saskatchewan, Canada; **Alex Morgounov**, Pr., International Maize and Wheat Improvement Center Turkey; **Андреш С.**, Молдова Республикасы ҰҒА академигі; **Гаврилюк Н.Н.**, Украина ҰҒА академигі; **Герасимович Л.С.**, Беларусь Республикасының ҰҒА академигі; **Мамедов Г.**, Азербайджан Республикасының ҰҒА академигі; **Шейко И.П.**, Беларусь Республикасының ҰҒА академигі; **Жалнин Э.В.**, т.ғ.д., проф., Ресей; **Боинчан Б.**, а.ш.ғ., проф., Молдова Республикасы.

Главный редактор

**Есполов Т.И.,**

доктор эконом. наук, проф.,  
вице-президент и академик НАН РК

Редакционная коллегия:

**Байзаков С.Б.**, доктор эконом. наук, проф., академик НАН РК (заместитель главного редактора); **Тиреуов К.М.**, доктор эконом. наук, проф., член-корр. НАН РК (заместитель главного редактора); **Елешев Р.Е.**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК; **Рау А.Г.**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК; **Иванов Н.П.**, доктор ветеринар. наук, проф., академик НАН РК; **Кешуов С.А.**, доктор техн. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Мелдебеков А.**, доктор сельхоз. наук, проф., академик НАН РК; **Чоманов У.Ч.**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК; **Елюбаев С.З.**, доктор сельхоз. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Садыкулов Т.**, доктор сельхоз. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Сансызбай А.Р.**, доктор сельхоз. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Умбетаев И.**, доктор сельхоз. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Оспанов С.Р.**, доктор сельхоз. наук, проф., Почетный член НАН РК; **Олейченко С.И.**, доктор сельхоз. наук, проф.; **Кененбаев С.Б.**, доктор сельхоз. наук, проф., академик АСХН РК; **Омбаев А.М.**, доктор сельхоз. наук, проф.; **Молдашев А.Б.**, доктор эконом. наук, проф., Почетный член НАН РК; **Сагитов А.О.**, доктор биол. наук, академик НАН РК; **Сапаров А.С.**, доктор сельхоз. наук, проф., академик АСХН РК; **Балгабаев Н.Н.**, доктор сельхоз. наук, проф.; **Умирзаков С.И.**, доктор техн. наук, проф.; **Султанов А.А.**, доктор ветеринар. наук, проф., академик АСХН РК; **Жамбакин К.Ж.**, доктор биол. наук, проф., член-корр. НАН РК; **Алимкулов Ж.С.**, доктор техн. наук, проф., академик АСХН РК; **Саданов А.К.**, доктор биол. наук, проф.; **Сарсембаева Н.Б.**, доктор ветеринар. наук, проф.

Редакционный совет:

**Fasler-Kan Elizaveta**, Dr., University of asel Switzeland; **Koolmees Petrus Adrianus**, Prof. Dr., Utrecht University, The Netherlands; **Babadoost-Kondri Mohammad**, Prof., University of Illinois, USA; **Yus Aniza Binti Yusof**, Dr., University Putra, Malaysia; **Hesseln Hayley Fawn**, As.Prof., University of Saskatchewan, Canada; **Alex Morgounov**, Pr., International Maize and Wheat Improvement Center Turkey; **Андреш С.**, академик НАН Республики Молдова; **Гаврилюк Н.Н.**, академик НАН Украины; **Герасимович Л.С.**, академик НАН Республики Беларусь; **Мамедов Г.**, академик НАН Республики Азербайджан; **Шейко И.П.**, академик НАН Республики Беларусь; **Жалнин Э.В.**, доктор техн. наук, проф., Россия; **Боинчан Б.**, доктор сельхоз. наук, проф., Республика Молдова.

**Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук.**

**ISSN 2224-526X**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан № 10895-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz/agricultural.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Chief Editor

**Espolov T.I.,**

Dr. economy. Sciences, prof.,  
Vice President and member of the NAS RK

Editorial Board:

**Baizakov S.B.**, Dr. of economy sciences, prof., academician of NAS RK (deputy editor); **Tireuov K.M.**, Doctor of Economy Sciences., prof., corresponding member of NAS RK (deputy editor); **Eleshev R.E.**, Dr. Of agricultural sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Rau A.G.**, Dr. sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Ivanov N.P.**, Dr. of veterinary sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Kesha S.A.**, Dr. sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Meldebekov A.**, doctor of agricultural sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Chomanov U.Ch.**, Dr. sciences, prof., academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Yelyubayev S.Z.**, Dr. of agricultural sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Sadykulov T.**, Dr. Farm. Sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Sansyzbai A.R.**, doctor of agricultural sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Umbetaev I.**, Dr. Farm. Sciences, prof., corresponding member. NAS RK; **Ospanov S.R.**, Dr. agricultural sciences, prof., Honorary Member of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Oleychenko S.N.**, Dr. Of agricultural sciences, prof.; **Kenenbayev S.B.**, Dr. Agricultural sciences, prof., academician of the Academy of Agricultural Sciences of Kazakhstan; **Ombayev A.M.**, Dr. Agricultural sciences, Prof.; **Moldashev A.B.**, Doctor of Economy sciences, prof., Honorary Member of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Sagitov A.O.**, Dr. biol. sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan; **Saparov A.S.**, Doctor of agricultural sciences, prof., academician of the Academy of Agricultural Sciences of Kazakhstan; **Balgabaev N.N.**, the doctor agricultural sciences, Prof.; **Umirzakov S.I.**, Dr. Sci. Sciences, Prof.; **Sultanov A.A.**, Dr. of veterinary sciences, prof., academician of the Academy of Agricultural Sciences of Kazakhstan; **Zhambakin K.J.**, Dr. of biological Sciences, prof., corresponding member of. NAS RK; **Alimkulov J.C.**, Dr. of biological sciences, prof., academician of the Academy of Agricultural sciences of Kazakhstan; **Sadanov A.K.**, Dr. of biological Sciences, Prof.; **Sarsembayeva N.B.**, Dr. veterinary sciences, prof.

Editorial Board:

**Fasler-Kan Elizaveta**, Dr., University of Basel Switzerland; **Koolmees Petrus Adrianus**, Prof. Dr., Utrecht University, The Netherlands; **Babadoost-Kondri Mohammad**, Prof., University of Illinois, USA; **Yus Aniza Binti Yusof**, Dr., University Putra, Malaysia; **Hesseln Hayley Fawn**, As. Prof., University of Saskatchewan, Canada; **Alex Morgounov**, candidate of agricultural sciences, International Maize and Wheat Improvement Center Turkey; **Andresh S.**, academician of NAS of Moldova; **Gavriluk N.N.**, academician of NAS of Ukraine; **Gerasimovich L.S.**, academician of NAS of Belorussia; **Mamadov G.**, academician of NAS of Azerbaijan; **Sheiko I.P.**, academician of NAS of Belorussia; **Zhalnin E.V.**, Dr. of technical sciences, professor, Russia, **Boinchan B.**, doctor of agricultural sciences, prof., Moldova.

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agrarian Sciences.**

**ISSN 2224-526X**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10895-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/> [agricultural.kz](http://agricultural.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty\

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES**

ISSN 2224-526X

Volume 2, Number 38 (2017), 233 – 239

**D. A. Kozhamkulov, E. S. Sarkynov, A. A. Yakovlev**Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: estaidake@mail.ru, sarkynove@mail.ru, iakovlev38@mail.ru**DEVELOPMENT OF THEORETICAL BASES  
ON THE TECHNOLOGICAL PROCESS PRESSURE-VACUUM PROCESS  
WATER LIFTING FROM A WATERCOURSE**

**Abstract.** Theoretical studies of pressure-vacuum method for water lifting carried c into account developed constructive-technological scheme of pressure-vacuum pump device, method of investigation which was to use the law of continuity the flow of water movement in the receiving part and the supply pipeline, the use of the Bernoulli equation to the input and output sections of the receiving part and the supply pipeline, N. E. Zhykovckogo theory Po direct liquid slugging in the closed water-pressure pipeline and the theoretical foundations of the vacuum in the ejector.

As a result of theoretical research on the pressure-vacuum method for water lifting from watercourses are the theoretical basis for the definition of process parameters pressure-vacuum pump unit: pressure, flow, efficiency, speed of movement of water in the receiving filter, immersion and pressure pipelines, pressure losses in the receiving filter, the immersion and discharge lines and the total losses in the pumping system and to determine the process parameters of vacuum (ejector) of the system: water flow, water speed on the receiving filter inlet, the immersion pipe, the outlet of the nozzle of the ejector and the air flow rate in the impeller section. The research was aimed at determining the analytical relationships between the input and output parameters of the pumping unit at a steady-state process of her work.

**Keywords:** development, theoretical foundations, technological process, pressure- vacuum process, water lifting, water flow, water hammer, vacuum ejector.

УДК 631.3:621.65/68

**Д. А. Кожамкулов, Е. С. Саркынов, А. А. Яковлев**

Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

**РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ  
ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ НАПОРНО-ВАКУУМНОГО  
СПОСОБА ВОДОПОДЪЁМА ИЗ ВОДОТОКОВ**

**Аннотация.** Теоретические исследования напорно-вакуумного способа водоподъёма проведены с учётом разработанной конструктивно-технологической схемы напорно-вакуумной насосной установки, методика исследования которой заключалась в использовании закона неразрывности потока движения воды в приёмной части и питательном трубопроводе, в использовании уравнения Бернулли для входного и выходного сечений приёмной части и питательного трубопровода, теории Н. Е. Жуковского по прямому гидроудару в закрытом водонапорном трубопроводе и теоретических основ вакуума в эжекторе.

В результате проведенных теоретических исследований по напорно-вакуумному способу водоподъёма из водотоков даны теоретические основы по определению технологических параметров напорно-вакуумной насосной установки: напора, подачи, КПД, скорости движения воды в приёмном фильтре, погружном и напорном трубопроводах, потерь напора в приёмном фильтре, погружном и напорном трубопроводах и

общие потери в насосной системе, а также по определению технологических параметров вакуумной (эжекторной) системы: расход воды, скорости воды на входе приёмного фильтра, в погружном трубопроводе, на выходе из сопла эжектора и скорость воздушного потока в щелевом сечении.

Исследования были направлены на определение аналитических зависимостей между входными и выходными параметрами насосной установки при технологическом процессе установившегося режима её работы.

**Ключевые слова:** разработка, теоретические основы, технологический процесс, напорно-вакуумный способ, водоподъём, водоток, гидродар, вакуум, эжектор.

**Введение** в настоящее время во всем мире, в том числе в Казахстане, в связи с дефицитом традиционного источника энергии (топлива) в топливно-энергетической системе и в целях её экономии, а также снижения темпов ухудшения окружающей среды, приходят к использованию возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой и водной). Поэтому проблема повышения эффективности механизации водоснабжения сельскохозяйственных потребителей АПК РК решается с использованием возобновляемого источника энергии – водного и является актуальной [1-6].

Наиболее доступным видом водобеспечения, не требующих больших затрат, являются наземные водоисточники - естественные и искусственные, в большинстве из которых может быть использована кинетическая энергия движущиеся воды в качестве энергоисточника для привода альтернативных насосных установок, работающих по энергосберегающей и экологически чистой технологии водоподъёма, позволяющих повысить эффективность механизации водоснабжения для хозяйственных и бытовых нужд сельскохозяйственного потребителя.

Проблема эффективного водоснабжения с использованием естественных энергетических ресурсов воды в современных условиях перспективна и актуальна, решение которой рационально осуществить из водотоков напорно-вакуумными насосными установками, конструкции которых по техническому решению просты и надежны в эксплуатации и не ухудшают экологию окружающей среды [7-10].

**Материалы и методы.** В работе использованы патентные, теоретические и экспериментальные методы исследования.

Авторами обоснована и разработана энергосберегающая и экологически чистая технология водоподъёма из водотоков и новая конструктивно-технологическая схема напорно-вакуумной насосной установки, которая защищена двумя предпатентами и патентом КЗ и по сравнению с существующими аналогами улучшают энергетические показатели и увеличивают диапазон их использования по геометрическому напору.

Особенность технологического процесса напорно-вакуумной насосной установки заключается в использовании для подъёма воды на заданную высоту из движущегося водотока суммарного эффекта гидродара и вакуума, которые приводит к увеличению подачи и напора на 18-28% и КПД при низких напорах на 8%, подтверждая необходимость их применения.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Рассмотрен технологический процесс напорно-вакуумного способа водоподъёма посредством напорно-вакуумной насосной установки при установившемся его режиме работы, параметрическая схема которого показана на рисунке 1, определяя аналитическую зависимость между основными входными и выходными параметрами, используя закон неразрывности потока воды в насосной системе и уравнение Бернулли для сечений на входе и выходе напорной системы и эжектора [11-14].

По напорной насосной системе:

$$Q_n = Q = Q_H + Q_{сб} \leq 0,5D, \quad (1)$$

$$v_n \cdot \frac{\pi D^2}{4} = v \cdot \frac{\pi d^2}{4} = v_H \frac{\pi d_H^2}{4} + v_{сб} \cdot \frac{\pi d_{сб}^2}{4} \leq 0,5v_e \cdot F_p, \quad (2)$$

$$h_n + \frac{p_n}{\gamma} + \frac{v_n^2}{2g} = \frac{p}{\gamma} + \frac{p_y}{\gamma} \cdot t_y + \frac{p_H}{\gamma} + \frac{v_H^2}{2g} + h_{vH} \quad (3)$$

$$Q_1 = v_1 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} \leq 0,5v_e \cdot F_p; \quad (4)$$

$D$  - дебит водотока,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $v_B, v_{II}, v, v_H$  - скорости воды в водотоке, на входе приёмного фильтра, внутри погружного трубопровода и на выходе насосной системы,  $\text{м}/\text{с}$ .

$v_{II}$  определяется по эмпирической формуле [1], при оптимальном значении которой предотвращается заиливание, образование шуги и льда:

$$\vartheta_B \geq t_H^{0,06} \quad \vartheta_B \geq t_H^{0,06} \quad (5)$$

где  $t_H$  - расчетная минимальная температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $D, d, d_H$  - внутренние диаметры приемного фильтра, погружного и наружного трубопроводов,  $\text{м}$ ;  $F_p$  - проходное сечение русла водотока,  $\text{м}^2$ ;  $P_{II}, P, P_y, P_H$  - избыточное давление воды на входе в приемный фильтр, внутри погружного трубопровода и на выходе насосной системы,  $\text{Па}$ ;  $P_y$  - избыточное давление воды внутри погружного трубопровода при гидроударе,  $\text{Па}$ ;  $h_{II}$  - перепад высоты между приёмным фильтром и выходом погружного трубопровода,  $\text{м}$ ;  $\gamma$  - удельный вес воды водотока,  $\text{Н}/\text{м}^3$ :

$$\gamma = \rho \cdot g, \quad (6)$$

где  $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$  - плотность воды;  $g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $t_y$  - продолжительность ударного импульса, внутри погружного трубопровода во время гидроудара,  $\text{с}$ :

$$t_y = \frac{60}{n}, \quad (7)$$

где  $n$  - частота переключения ударного клапана,  $\text{мин}^{-1}$ .

$h_v, h_{vH}$  - потери напора в погружном трубопроводе и общие в насосной системе,  $\text{м}$ :

$$h_v = \zeta_n \cdot \frac{v_n^2}{2g} + \lambda_{\text{нмп}} \cdot \frac{L_{\text{нмп}}}{d} + \frac{v^2}{2g} + \zeta_q \cdot \frac{v_{\text{кл}}^2}{2g}, \quad (8)$$

$$h_{vH} = h_v + \lambda_{\text{нтр}} \cdot \frac{L_{\text{нтр}}}{d_H} \cdot \frac{v_n^2}{2g}, \quad (9)$$

где  $\zeta_n, \zeta_q, \zeta_{\text{кл}}$  - коэффициенты местных сопротивлений в приёмном фильтре, диффузоре и обратном клапане;  $L_{\text{нтр}}, L_{\text{нмп}}$  - длина погружного и наружного трубопроводов,  $\text{м}$ ;  $\lambda_{\text{нтр}}, \lambda_{\text{нмп}}$  - коэффициент трения воды в погружном и напорном трубопроводах;  $v_{\text{кл}}$  - скорость воды в проходном сечении обратного клапана,  $\text{м}/\text{с}$ .

Решая (3) относительно  $P_H$ , определяется основной параметр-напор насосной установки:

$$P_H = h_n \cdot \gamma + P_n - \left( \frac{v_H^2}{2g} - \frac{v_n^2}{2g} \right) \cdot \gamma - h_{vH} \cdot \gamma, \quad (10)$$

или

$$P_H = p + \rho y \cdot t_y + \left( \frac{v^2}{2g} - \frac{v_n^2}{2g} \right) \cdot \gamma - (h_{vH} - h_v) \cdot \gamma, \quad (11)$$

При замене  $v$  из (2) и (4), имеем:

$$P_H = h_n \cdot \gamma + P_n \cdot \frac{8Q_H^2}{\pi^2 \cdot g} \left( \frac{1}{d_H^4} - \frac{1}{D^4} \right) \cdot \gamma - h_{vH} \cdot \gamma, \quad (12)$$

или

$$P_H = p + P_y \cdot t_y + \frac{8Q_H^2}{\pi^2 \cdot g} \left( \frac{1}{d_H^4} - \frac{1}{D^4} \right) \gamma - (h_{vH} - h_v) \cdot \gamma. \quad (13)$$

При использовании в насосной установке гидроудара значение избыточного давления  $P$  в погружном трубопроводе 2 для уравнения (11) определяется по формуле Н. Е. Жуковского при условии создания прямого гидравлического удара [19, 20]:

$$P_y = \frac{1}{g} \cdot (v - v_3) \cdot \alpha \cdot \gamma = \rho(v - v_3) \cdot a, \quad (14)$$

где  $v_3$  - средняя скорость в погружном трубопроводе при закрытии ударного клапана,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $\alpha_0$  - скорость распространения звука в жидкости (для воды при температуре  $10 \text{ C}$  и избыточном давлении  $0,1 \dots 2,5 \text{ МН}/\text{м}^2$   $\alpha_0 = 1435 \text{ м}/\text{с}$ );  $d$  - внутренний диаметр погружного трубопровода,  $\text{м}$ ;  $\delta$  - толщина стенки погружного трубопровода,  $\text{м}$ ;  $K$  - объёмный модуль жидкости (для воды  $K = 1,89 \dots 2,06 \text{ кН}/\text{м}^2$  при температуре  $0 \dots 20 \text{ C}$  и избыточном давлении  $0,5 \dots 2 \text{ МН}/\text{м}^2$ );  $E$  - модуль продольной упругости материала трубопровода (для стальных трубопроводов  $E = 21 \cdot 10^{10} \text{ Н}/\text{м}^2$ ).

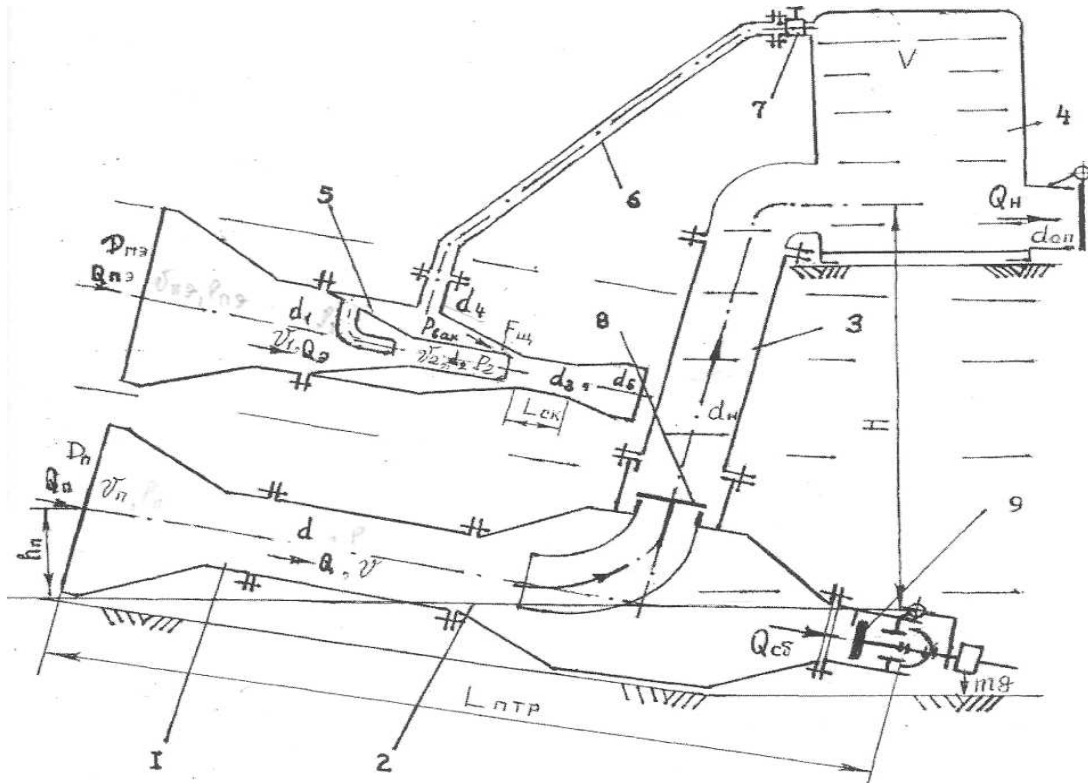


Рисунок 1 - Принципиальная параметрическая схема напорно-вакуумной насосной установки [16-18]:  
 1-приёмный фильтр, 2 - погружной трубопровод, 3 - наружный трубопровод, 4 - вакуумная емкость,  
 5 - эжектор, 6 - вакуумный трубопровод, 7 - вентиль, 8 - обратный клапан, 9 - ударный клапан.

**По вакуумной (эжекторной системе):**

$$Q_{пэ} = Q_1 = Q_3 \leq 0,5D, \quad (16)$$

$$v_{пэ} \cdot \frac{\pi D^2}{4} = v \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} = v_2 \cdot \frac{\pi d_2^2}{4} \leq 0,5v_B \cdot F_p, \quad (17)$$

$$h_{пэ} + \frac{p_{пэ}}{\gamma} + \frac{v_{пэ}^2}{2g} = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_v = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{vэ}, \quad (18)$$

$$\frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} = -\frac{p_{вак}}{\gamma} + \frac{v_{щ}^2}{2g} + h_{vэ}, \quad (19)$$

где  $Q_{пэ}, Q_1, Q_3$  – расход воды в сечениях приемного фильтра, погружного трубопровода и эжектора, м<sup>3</sup>/с (определяются по формуле, аналогичной (9));  $v_{пэ}, v_1, v_2, v_{щ}$  – скорости воды на входе приемного фильтра, в погружном трубопроводе, на выходе из сопла эжектора и скорость воздушного потока в щелевом сечении, м/с;  $D, d_1, d_2$  — внутренние диаметры приемного фильтра, погружного трубопровода и сопла эжектора, м;  $P_{пэ}, P_1, P_2, P_{вак}$  — избыточное давление воды на входе приемного фильтра, в погружном трубопроводе и на выходе из сопла эжектора и разрежение (вакуум) в щелевом сечении смесительной камеры, Па;  $h_{пэ}$  - перепад высоты между приемным фильтром и выходом из сопла эжектора, м;  $h_v, h_{vэ}, h_{vB}$  - потери давления в погружном трубопроводе и общие в эжекторе и в вакуумной системе:

$$h_v = \zeta_{пэ} \cdot \frac{v_{пэ}^2}{2g} + \lambda_{нмп} \cdot \frac{L_{нмп}}{d_1} + \frac{v_1^2}{2g} + \zeta_q, \quad (20)$$

$$h_{пэ} = h_v + \zeta_g \cdot \frac{v_1^2}{2g} + \lambda_{нмп} \cdot \frac{L_{нмп}}{d_2} \cdot \frac{v_2^2}{2g}, \quad (21)$$

$$h_{vB} = \zeta_{гск} \cdot \frac{v_{щ}^2}{2g} \cdot \zeta_B \cdot \frac{v_B^2}{2g} + \lambda_{нмп} \frac{L_{втр}}{d_4} + \frac{v_4^2}{2g}, \quad (22)$$



$L_{ПТР}$ ,  $L_{ЭТР}$ ,  $L_{ВТР}$  - длины погружного трубопровода фильтра, эжектора и вакуумной системы, м;  $\lambda_{ПТР}$ ,  $\lambda_{ЭТР}$ ,  $\lambda_{ВТР}$  - коэффициенты трения воды в погружном трубопроводе эжекторе и воздушного потока в вакуумном трубопроводе.

Решая (17) относительно  $v_2$ , (18) относительно  $P_2$  и (19) относительно  $P_{\text{вак}}$  определяем основные параметры эжекторной системы - скорость истечения воды на выходе из сопла эжектора, необходимое избыточное давление поступающей воды и разрежение (вакуум) в щелевом сечении смесительной камеры:

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{d_1^2}{d_2^2} = v_{\text{пз}} \cdot \frac{D^2}{d_2^2}, \quad (23)$$

$$P_2 = p_1 + \left( \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_{\text{пз}}^2}{2g} \right) \cdot \gamma - \gamma \cdot h_{\text{вэ}}, \quad (24)$$

или

$$P_2 = p_1 + \left( \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right) \cdot \gamma - \gamma(h_{\text{вн}} - h_{\text{в}}), \quad (25)$$

$$P_{\text{вак}} = p_a - p_2 + \left( \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_{\text{пз}}^2}{2g} \right) \cdot \gamma + \gamma \cdot h_{\text{вв}}. \quad (26)$$

Подача насосной установки  $Q_H$  определяется из (1) и (4), в том числе при использовании эффекта гидроудара:

$$Q_H = Q_n - Q_{\text{сб}} = \frac{\pi}{4} (v_n \cdot D^2 - v_{\text{сб}} \cdot d_{\text{сб}}^2), \quad (27)$$

или

$$Q_H = Q - Q_{\text{сб}} = \frac{\pi}{4} (v \cdot d^2 - v_{\text{сб}} \cdot d_{\text{сб}}^2), \quad (28)$$

При использовании в технологическом процессе эффекта скоростного напора и вакуума эффективно, чтобы  $Q_{\text{сб}} = 0$  и соответственно  $v_{\text{сб}} = 0$ , тогда подача будет равна

$$Q_H = Q_n = v_n \cdot \frac{\pi d^2}{4}, \quad (29)$$

или

$$Q_H = Q_n = v_n \cdot \frac{\pi d^2}{4}, \quad (30)$$

КПД насосной установки и

$$\eta = \frac{Q_H \cdot H}{Q_B \cdot H_n} = \frac{Q_H \cdot H}{2Q_n \cdot \left( h_n + \frac{v_n^2}{2g} \right)} = \frac{Q_H \cdot H}{2(Q_n + Q_{\text{сб}}) \cdot \left( h_n + \frac{v_n^2}{2g} \right)} \quad (31)$$

где  $H$  - высота водоподъема, м;  $Q_B$  - расход воды насосной установкой, м<sup>3</sup>/с:  $Q_B = Q_{\text{п}} + Q_{\text{э}}$  или  $Q_B = 2Q_{\text{п}}$  при  $Q_{\text{э}} = Q_{\text{п}}$ ;  $Q_{\text{э}}$  - расход воды эжектором, м<sup>3</sup>/с.

**Выводы.** Полученные аналитические зависимости по технологическому процессу напорно-вакуумного способа водоподъема из водотоков являются основой для обоснования и расчета параметров при разработке необходимых типоразмеров напорно-вакуумной насосной установки [22, 23].

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Яковлев А.А., Саркынов Е., Погуляев А.Д., Асанбеков Б.А. Теоретические исследования гидротурбинного способа водоподъема из водотоков // Сборник научных трудов: материалы межд. научно-практ. конф. - Часть 2. - Алматы: КазНАУ, 2008. - С.279-284.

[2] Яковлев А.А., Саркынов Е., Асанбеков Б.А., Биримкулова Б.А. Исследование гидроударного способа водоподъема из водотоков // Исследование, результаты: Журнал №2 (050). - Алматы: КазНАУ, 2011.-С.146-149.

[3] Яковлев А.А., Саркынов Е. Использование эффекта гидроудара в насосной установке для подъема воды из водотоков // Вестник КазНТУ: Журнал №4. -Алматы, 2005. -С.53-57.

[4] Яковлев А.А., Саркынов Е., Кожамкулов Д.Ж., Ибраимов А.К., Домалаков Д.А. Обводнение пастбищ в Казахстане с использованием энергосберегающей технологии водоподъема с приводом от гидроэнергии водотоков // Водоснабжение и управление водными ресурсами в орошаемом земледелии и обводнения пастбищ: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию образования КазНАУ и 100-летию засл. деятеля науки РК Тажибаеву Л.Е. - Алматы, 2015г. С.201-209.

- [5] Яковлев А.А., Нестеров Е.В., Саркынов Е. Механизация водоснабжения сельхоз формирований АПК в рыночных условиях // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана: Журнал № 12. – Алматы, 2004. -С.61-62.
- [6] Смоляр В.А., Буров Б.В., Махмутов Т.Т., Касымбеков Д.А. Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние) // Справочник – Алматы: НИЦ «Гылым», 2002. - 596 с.
- [7] Яковлев А.А., Саркынов Е. Перспектива механизации водоснабжения фермерских (крестьянских) хозяйств в зонах прилегающих рек и каналов //Исследования, результаты: Журнал №2. -Алматы: КазНАУ, 2003. -С.109-110.
- [8] Яковлев А.А., Саркынов Е.С., Кожамкулов Д.Ж. Теоретические основы по обоснованной конструктивно-технологической схеме напорно-вакуумной насосной установки// Вестник КазНТУ: Журнал. – Алматы, 2015.
- [9] Яковлев А.А., Саркынов Е.С., Кожамкулов Д.Ж. Обоснование технологических и технических параметры напорно-вакуумной насосной установки. Алматы, 9-11 апреля 2015г.
- [10] Kohamklov D., Sarkynov E., Yspolov T., Ykovlev A., Zsuga K. Results of the theoretical and experimental studies of the water lifting technique using the hydropower of watercourses//Biosciences Biotechnology Research Asia. -2015. – V.12. – Iss. 2. – P.1187-1195.
- [11] Яковлев А.А., Саркынов Е. Обоснование типа насосной установки с приводом от энергии движущейся воды в водотоках // Повышение эффективности системы сельскохозяйственного водопользования: материалы респуб. науч. практ. конф. – Алматы: КазНАУ, 2003. -С. 190-193.
- [12] ГОСТ Р 15.01-96 Порядок проведения патентных исследований – М.: Изд. стандартов, 1996.
- [13] РД 07-07-2.1-86 Методические указания. Порядок проведения патентных исследований в системе Госагропрома СССР. -М.: Госплан КазССР, 1998. -3 с.
- [14] Подвидз Л.Г., Кирилловский Ю.Л., Кашеков Л.Я. Струйные установки для глубокого подъема воды из скважин // Труды ВИЭСХ. Т. VI. - М.; 1960. - С.65-99.
- [15] Подвидз Л.Г., Кирилловский Ю.Л., Кашеков Л.Я. Теоретические основы расчета струйных установок для глубокого водоподъема из скважин // Труды ВИЭСХ. Т. VI. - М.; 1960. - С.5-25.
- [16] Подвидз Л.Г., Кирилловский Ю.Л. К вопросу о расчете струйных аппаратов для водоподъема из артезианских скважин // Труды МВТУ №71. -М. Гидромашиностроение, 1957.
- [17] Кирилловский Ю.Л., Подвидз Л.Г. Рабочий процесс и основы расчёта струйных насосов //Труды ВИГМ. Вып XXУ1. -М.: Гидромашиностроение, 1960.
- [18] Кашеков Л.Я., Лихоеденко П.К. Конструкции и расчёт водоструйных установок для подачи воды из шахтных и трубчатых колодцев. -М.: НТО "Машпром", 1964.
- [19] Водоподъемное устройство /ЦНИИКИВР, Альферович А.Н., Поваляев М.К. опубл.07.07.90, Бюл. №25,-2 с: ил.
- [20] Искандарян А.А. Исследование влияния различных факторов на работу гидравлического тарана ЕрПИ. - Ереван: ЕрПИ, 1965.
- [21] Мостков М.А. Движение при сохранении постоянного перепада энергии - гидравлический таран //Прикладная гидромеханика. - М.: Госэнер-гоиздат, 1963. -С.299-304.
- [22] Хохлов А.В., Хохлов В.А. Саморегулирующиеся струйные насосы //Гидротехническое строительство: Журнал №4. -М., 2001. -С. 25-27.
- [23] Патент 1ДР04411.112.Саморегулирующийся струйный насос //Хохлов А.В., Хохлов В.А. Маджидов У.Х. Бюл. №4, 2000,-2с: ил.
- [24] Предпатент 9160 KZ. Гидравлический таран /КазНИИВХ, Калашников А.А., Кандрин Н.И., Жарков В.А., Шаромов С.А., Сагретдинов М.С. опубл. 15.06. 2000, бюл. № 6. - 4с: ил.
- [25] Калашников А.А., Кандрин Н.И., Калашников П.А., Павлик В.Е. Гидравлический таран. -Тараз: ЖЦНТИ, 2003. - 4с.

#### REFERENCES

- [1] AA Yakovlev, E. Sarkynov, walk AD, BA Asanbekov Theoretical studies of hydro turbine water lifting method of watercourses // Collection of scientific works: materials between. Scient. Conf. Part 2 - Almaty KazNAU, 2008. - p.279-284.
- [2] AA Yakovlev, Sarkynov E. Asanbekov BA, BA Birimkulov The study of hydraulic water lifting method of watercourses // Research results: Magazine №2 (050). - Almaty KazNAU, 2011.-p.146-149.
- [3] AA Yakovlev, Sarkynov E. Use of water hammer effects in pumping Installation for rising of water from watercourses // Herald of KazNTU: Magazine №4. Almaty, 2005. -p.53-57.
- [4] Yakovlev A.A., E. The Sarkynov, Kozhamkylov D.Zh., Ibraimov AK Domalak DA Obvodnenie pachtbisch in Kazahctana c icpolzovaniem energy saving technology water lifting c ppivodom From gidpoenepgii vodotokov // Water supply and water management in irrigated agriculture and irrigation of pastures: Collection matepialov Mezhdynapodnoy nauchno-pprakticheckoy konferentsii dedicated to the 85th anniversary of the KazNAU and the 100th anniversary of the honored. Scientist of the RK Tazhibaeva LE - Almaty, 2015. p.201-209.
- [5] Yakovlev AA, Nesterov EV Sarkynov E. Mechanization of agricultural water supply agribusiness units in market conditions // Journal of Agricultural Science of Kazakhstan: Magazine number 12. - Almaty, 2004. -p.61-62.
- [6] Smolar VA Burov BV Mahmut TT, Kasymbekov DA Kazakhstan Water resources (surface and ground water, the current state) // Directory - Almaty: SIC "Gylm", 2002. - 596 p.
- [7] AA Yakovlev, Sarkynov E. Prospect vodo-snabzheniya mechanization of farming (peasant) farms in areas surrounding rivers and canals // Research results: Magazine №2. -Almaty: KazNAU, 2003. -p.109-110.
- [8] AA Yakovlev, Sarkynov ES Kozhamkulov D.Zh. Theoretical basis for a legitimate constructive-technological scheme of pressure-vacuum pump device // Herald of KazNTU: Magazine. - Almaty, 2015.
- [9] AA Yakovlev, Sarkynov ES Kozhamkulov D.Zh. Justification of technological and technical parameters in the laboratory and pytny samples pressure-vacuum pump device. Almaty, April 9-11, 2015.

- [10] Kohamklov D., Sarkynov E., Yspolov T., Ykovlev A., Zsuga K. Results of the theoretical and experimental studies of the water lifting technique using the hydropower of watercourses // Biosciences Biotechnology Research Asia. -2015. - V.12. - Iss. 2. - p.1187-1195.
- [11] AA Yakovlev, Sarkynov E. Rationale type pumping unit driven by the energy of moving water in streams // Improved Agricultural water management system: materials republics. scientific. Pract. Conf. - Almaty KazNAU, 2003 -p. 190-193.
- [12] GOST R 15.01-96 Procedure patent research - M.: Publishing. Standards, 1996.
- [13] RD 07-07-2.1-86 Guidelines. Procedure patentnyh research system State Agricultural Committee of the USSR. -M.: The State Planning Committee of the Kazakh SSR, 1998. -3 p.
- [14] Podvidz LG, Kirillov YL, LY Kashekov Inkjet systems for deep lifting water from wells // Proceedings VIESH. T.VI. - M.; 1960. - p.65-99.
- [15] Podvidz LG, Kirillov YL, LY Kashekov Theoretical basis of the calculation of inkjet systems for deep water lifting from wells // Proceedings VIESH. T.VI. - M.; 1960. - p.5-25.
- [16] Podvidz LG, JL Kirillov On the question of the calculation of jet devices for water lifting from artesian wells // Proceedings MVTU№71. -M. Gidromashinostroenie 1957.
- [17] JL Kirillov, Podvidz LG Workflow and foundations calculation jet pumps // Proceedings VIGM. Issue HHU1. M.: Gidromashinostroenie, 1960.
- [18] Kashekov LY, Lihodenko PK Construction and calculation of waterjet systems for supplying water from the mine and tube wells. -M.: NTO "Mashprom" 1964.
- [19] Water-lifting device / CRICUWR, Alferovich AN Povalyaev MK opubl. 07.07.90, Bul. №25, -2 with: il.
- [20] A. Iskandaryan Research of influence of various factors on the YPI working hydraulic ram. -Yerevan: YPI 1965.
- [21] MA Footbridge The movement while maintaining a constant differential energy - hydraulic ram // Applied gidromehnika. - M.: Gosener-goizdat, 1963. -p.299-304.
- [22] AV Khokhlov, Khokhlov VA Intelligent jet pumps // Hydraulic engineering: Magazine №4. -M., 2001. p. 25-27.
- [23] The patent 1DR04411.112.Samoreguliruyuschiy jet pump // Khokhlov AV, Khokhlov VA Madjidov WH Bull. №4, 2000. 2C: il.
- [24] prepatents 9160 KZ. Hydraulic ram / KazNII VH, Kalashnikov AA Kandrin NI Zharkov VA Sharomov SA, Satretdinov MS publ. 15.06. 2000 Bull. Number 6. - 4c: il.
- [25] A. Kalashnikov, Kandrin NI Kalashnikov PA, Pavlik VE The hydraulic ram. -Taraz: ZHTSNTI, 2003 - 4c.

**Д. А. Кожамкулов, Е. С. Саркынов, А. А. Яковлев**

Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

**НЕГІЗДЕУ, ЖАСАУ, ҚУАТ ҮНЕМДЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯ,  
ТЕХНИКАЛЫҚ СУ КӨТЕРУ ҚҰРАЛЫ, СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ**

**Аннотация.** Теориялық зерттеулер су көтерудің тегеурінді вакуумды әдіс арқылы жүргізілді тегеурінді вакуумды сорап қондырғының конструктивті технологиялық сұлбасының есепке ала отырып жасалған, зерттеу әдістемесі бекітілген үзіліссіздік заңдылығын пайдаланып су қозғалысының тасқыны су құбырдың қабылдау бөлігінде, су құбырдың қабылдау бөлігінде ағынның шығару кіргізуне Бернули заңын пайдаланып және Жуковский Н.Е тік сұйықтық соққының жабық су арынының су құбырында және вакуумның теориялық негіздері мен эжекторы.

Қуат пен ресурс үнемдеуші технологиялар және ағын сулардан су көтерудің техникалық құралдары бойынша жүргізілген шолудың, жұмыстардың және патенттік зерттеулердің нәтижесінде аналогтар анықталды, жаңа техникалық шешімдер айқындалды, олардың жаңалығы және айырықша ететін ерекшеліктері көрсетілді, бұлар жетек үшін ағын сулардың суының қуатын пайдаланатын қысымды-вакуумды сорап қондырғысының конструкциясын жасау қажеттігін растады, бұл конструкцияға өнертабысқа КЗ патенттері алынды.

Зерттеулер аналитикалық тәуелділікті анықтау, сорап қондырғының кіру мен шығу аралығындағы параметрін технологиялық үрдісте оның орнатылған жұмыс тәртібінде.

**Түйін сөздер:** теориялық негіздер, технологиялық үрдіс, өңдеу, тегеурінді вакуумды әдіс, су көтеру, вакуум.

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://agricultural.kz/>

Редактор *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 18.04.2017.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
17,5 п.л. Тираж 300. Заказ 1.