

УДК: 621.67, 626.83

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ ПОТОКА ПРИ УПРАВЛЕНИИ РЕЖИМАМИ ИРРИГАЦИОННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

О.Я.Гловацкий – д.т.н., профессор, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, Р.Р.Эргашев – д.т.н., профессор, НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Б.Хамдамов – к.т.н., доцент, Ташкентский государственный технический университет, Б.Т.Холбутаев – докторант, А.С.Газарян – докторант, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, З.А.Абдувалиев – магистрант, Ташкентский государственный технический университет

Аннотация

В статье рассмотрена реализация способа управления водораспределением с применением новых конструкций «плавающих растекателей». При выполнении работы использованы методы гидравлического исследования структуры потока для различных створов при максимальных и минимальных уровнях воды для обеспечения нормального функционирования водозаборов. Методы управления позволяют уменьшить неблагоприятные гидравлические режимы подвода воды к насосу при пуске агрегатов. В статье рассматривается работа различных регуляторов в стационарном, динамическом и переходном режимах. В ней допущена идеализация, которая не учитывает изменение коэффициента расхода при изменении напора, влияние волнового сопротивления на колебания плавающего тела. В некоторых случаях авторы пренебрегают скоростным напором. Расход при свободном истечении определяется интегрированием и производится по области истечения воды. Регуляторы уровней воды, относящиеся к типу "плавающий затвор", даже без учета волновых явлений в потоке, не могут точно поддерживать заданный горизонт; они являются статическими регуляторами. Применение авторегуляторов уровней позволяет перераспределить резервные объемы по длине сооружений, повысить максимальные уровни воды в начале подводящего канала, тем самым позволит повысить эффективность управления водоподающими сооружениями при работе насосных станций.

Ключевые слова: насосная станция, аванкамера, управление режимами, водораспределение, авторегуляторы уровней, перегораживающее сооружение.

ИРРИГАЦИЯ НАСОС СТАНЦИЯЛАР ИШ РЕЖИМИНИ БОШҚАРИШДА ОҚИМ ЙЎНАЛТИРГИЧЛАРИДАН ФЙДАЛАНИШ

О.Я.Гловацкий – т.ф.д., профессор, Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти, Р.Р.Эргашев – т.ф.д., профессор, "Ташкент ирригация ва қишлоқ ҳўжалигини механизациялаш муҳандислари институти» Миллий тадқиқот университети, Б.Хамдамов – т.ф.н., доцент, Ташкент давлат техника университети, Б.Т.Холбутаев – докторант, А.С.Газарян – докторант, Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти, З.А.Абдувалиев – магистрант, Ташкент давлат техника университети

Аннотация

Мақолада сувни тақсимлашни бошқариш учун оқимни йўналтириш мосламасининг янги конструкциясини татбиқ этиш усули кўриб чиқилган. Сув олиш иншоотидаги қурилмаларини талаб даражасида ишлашни таъминлаш учун сув сатҳлари максимал ва минимал бўлган ҳолатларда гидравлик тадқиқот усуллари қўлланилиб, оқимнинг тузилиши ўрганилган. Насос агрегатларини ишга тушириш вақтида сувни етказиб беришни бошқариш усули содир бўладиган ноқулай гидравлик режимларни камайитириш имкониятини беради. Мақолада турғун, динамик ва ўзгарувчан оқимларда турли хил йўналтиргичларнинг иш тартиблари кўриб чиқилган. Сузувчи қурилмага тебраниш тўлқинининг қаршилигини таъсири ўрганишда сув напори ўзгарган вақтда сув сарфини ўзгариш коэффициенти инobatга олинмаган. Айрим ҳолатларда муаллифлар тезлик напорини инobatга олмаганлар. Эркин оқимда сув сарфи интеграллаб аниқланади ва оқимнинг чиқиб кетиш жойида қўлланди. Сузувчи затвор турига кирувчи сув сатҳини назорат қилиш қурилмалари тўлқин ҳолатларини инobatга олмаган ҳолда керакли баландликни таъминламайди ва статик ростлагич бўлиб қолади. Сув сатҳини автоматик ростлаш қурилмаларини қўллаш канал бошида сув сатҳини энг юқори бўлишини ва захирадаги сув ҳажмини иншоот узунлиги бўйича текис тақсимлашни имкониятини беради ҳамда насос станциялари ишлаш вақтида сув олиб келиш иншоотларида оқимни тўғри бошқаришни таъминлайди.

Таянч сўзлари: насос станцияси, аванкамера, бошқариш, оқимни тақсимлаш, сатҳни автоматик боқариш, оқим йўналтириш иншоотлари.

USING FLOW REGULATORS TO CONTROL THE MODES OF IRRIGATION PUMPING STATIONS

O.Y.Glovatsky – d.t.s., professor, Research Institute of Irrigation and Water Problems (RIWP), R.R.Ergashev – d.t.s., professor, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (TIAME), B.Hamdammov – c.t.s., associate professor, Tashkent State Technical University (TSTU), B.T.Kholbutaev – doctoral student, A.S.Gazaryan – doctoral student Research Institute of Irrigation and Water Problems (RIWP), Z.A.Abdulvaliev – undergraduate, Tashkent State Technical University

Abstract

The purpose of the development is to improve the system of water resources management and operation of water facilities in accordance with the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan and the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

To achieve the goal of ensuring the reliable operation of pumping stations with energy-saving and energy-efficient technologies for regulating the mode, it is necessary to solve the problems of coordinating the operating modes of the pumping station units with the operating modes of the partitioning structures in the conditions of emptying and filling the pools of the main canal with water. The article considers the implementation of the water distribution control method using new designs of "floating spreaders". A similar structure in the form of a zapan was installed in the fore chambers of the Amu Bukhara and Karshi cascades, and later in the form of a polygonal spreader in the fore chambers of other stations. When performing the work, methods of hydraulic study of the flow structure for various sections at maximum and minimum water levels were used to ensure the normal functioning of water intakes. Control methods make it possible to reduce unfavorable hydraulic modes of water supply to the pumps during the start-up of the units. This article discusses the operation of various controllers in stationary, dynamic and transient modes. Some automatic regulators themselves create fluctuations in the water in the channel. Automatic regulators have to work under conditions of more or less prolonged disturbances. The article allowed idealization, which does not take into account the change in the flow rate with a change in pressure, the influence of wave resistance on the oscillations of a floating body. In some cases, the authors neglect the velocity pressure. The free flow rate is determined by integration and is calculated over the area of water outflow. Water level regulators of the "floating gate" type, even without taking into account wave phenomena in the flow, cannot accurately maintain a given horizon; they are static regulators. canal, thereby increasing the efficiency of water supply facilities management during the operation of pumping stations.

Key words: pumping station, fore-chamber, regime control, water distribution, automatic level regulators, partitioning structure.

Введение. В целях совершенствования системы управления водными ресурсами и эксплуатации водохозяйственных объектов, а также развития науки в данной сфере разработаны Постановления Президента Республики Узбекистан и Кабинета Министров РУз. по обеспечению надежной работы насосных станций (НС) с энергосберегающими и энергоэффективными технологиями регулирования режима [1, 2].

Эксплуатация этого комплекса НС осложняется многокритериальностью выбора режимов водоподдачи и необходимостью оптимизации нескольких физических противоречивых величин. Эксплуатируемые в настоящее время водоподводящие сооружения рассчитаны только на ограниченные диапазоны режимов. Отсутствует классификация и методы их гидравлического расчета с учетом региональных и гидрологических особенностей. Сооружения не имеют функции управления потоком [3,4].

В 2021–2022 гг. авторы провели комплексное обследование НС головных крупнейших в НС Каршинского магистрального канала (КМК) и Аму-Бухарского машинного канала (АБМК) по оценке технического состояния, определения факторов надежности и безопасности эксплуатации НС. При этом особое значение приобретали установление безопасных режимов переходных процессов в НС, влияние наносов и плавника, содержащихся в перекачиваемой воде на работоспособность оборудования станций. Модернизация механического оборудования гидротехнических сооружений должна включать комплекс устройств и приспособлений, предназначенных для выполнения сооружением задач управления технологическим процессом. В настоящее время авторами предложены узлы оборудования и принципиально новые конструктивные сочетания донных и плавучих элементов [5, 6]. Аналогичная конструкция в виде запани установлена в аванкамерах Амубухарского и Каршинского каскада, а позже уже в виде растекателя полигональной формы в аванкамерах других станций.

В основе современных гидротехнических методов лежит картина параллельно-струйного движения жидкости, скорости которого (осреднённые при турбулентном режиме), в общем, параллельны между собой и с осью потока, то есть, нормальны к поперечным сечениям потока. В водоподводящем комплексе НС с местным расширением поток в общем случае характеризуется местными искривлениями линий тока и живых сечений, возникновением отрывов транзитной струи от стенок русла. Эти узлы рас-

считывают специальными методами теории управления бурными потоками [7, 8]. Если дно канала, аванкамеры, быстроток на повороте имеет поперечный уклон, то поворот называется виражом. Целью разработки является совершенствования системы управления водными ресурсами и эксплуатации водохозяйственных объектов по выполнению Постановления Президента Республики Узбекистан и Кабинета Министров РУз. Для реализации цели по обеспечению надежной работы насосных станций с энергосберегающими и энергоэффективными технологиями регулирования режима необходимо решение задач согласования режимов работы агрегатов насосной станции с режимами работы перегораживающих сооружений в условиях опорожнения и заполнения бьефов магистрального канала водой.

Анализ современного состояния проблемы и постановка задачи. Реконструкция в водоподводящем комплексе крупных НС представляет известные трудности, связанные с остановкой станции и большим объёмом строительно-монтажных работ. Поэтому в последние годы разрабатываются плавучие конструкции с аналогичными функциями управления с монтажом без остановки оборудования.

Опыт применения «плавучих растекателей» также известен. В течение ряда лет такая конструкция в виде запани установлена в аванкамере первой НС-1 Каршинского каскада, а позже уже в виде растекателя полигональной формы – в аванкамере второй станции. Оптимизация способов переформирования потока с уменьшением его турбулентного воздействия на насосы требует дальнейшего экспериментального изучения, в натуральных условиях. Особое внимание необходимо уделить сочетанию донных и плавучих элементов.

В течение 45 лет эксплуатации насосных станций Каршинского магистрального канала (КМК) непрерывно проводились оперативные наблюдения научно-производственные исследования, обрабатывались оптимальные режимы эксплуатации, совершенствовались элементы узла сооружений с целью повышения надежности работы и ресурса НА [9, 10].

В первые годы эксплуатации основное внимание уделялось головной насосной станции (НС-1). Установленные на ней осевые насосы ОПВ-11-260 ЭГ с четырехлопастными РК работали в неблагоприятных режимах из-за низких уровней воды в аванкамере, большой высоты всасывания, зависящей от низких горизонтов воды

в р.Амударья. Впоследствии подводящий канал от реки до НС-1 несколько раз углубляли (реконструировали). Завершено строительство для изменения структуры потока, установленного на входной части этого участка и выполненного в виде криволинейной дамбы. Внедрение этой конструкции позволило резко уменьшить поступление донных насосов в подводящую часть канала путем оптимального расслоения потока поперечной циркуляцией. Насыщенные донными наносами поток винтовым движением отклоняется к левому берегу р. Амударья и уносится вниз по течению. В подводящую часть канала поступает поток, освобожденный от значительной части донных и взвешенных насосов. Транзитная часть потока водоисточника используется и при защите от плавника. Запань, установленная под углом к основной части потока р. Амударья, транспортирует плавник из района водозабора в нижнюю часть реки (рис. 1).



Рис.1 – Запань на водозаборе КМК из реки Амударья

При резких изменениях уровня воды подводящий канал также выносит значительное количество плавающего мусора, в основном в виде растений «перекати поле», водорослей, камыша, а иногда и крупногабаритной древесины. Мусор забивая сороудерживающие решетки (СУР), создает перепад воды, достигающей в отдельных случаях 1–1,4 м.

Методы управления позволяют уменьшить неблагоприятные гидравлические режимы подвода воды к насосам. Необходимо использование плавающих регуляторов потока, разрабатываемых на принципах работы запаней при управлении режимами ирригационных насосных станций. На основании данных имитационного моделирования возможно принятие соответствующего управляющего решения для всей оросительной системы.

Методы решения. При обосновании работы плавающих регуляторов потока использованы методы гидравлического исследования структуры потока для различных створов в системе «канал-насосная станция», при максимальных уровнях воды, так и минимальных для обеспечения нормального функционирования водозаборов, аванкамер, всасывающих труб. Методика исследований уточнялась для различных режимов эксплуатации открытых каналов. Достоверность полученных данных в ходе теоретических исследований доказана математи-

ческими методами проверки адекватности результатов экспериментов и натурных исследований при эксплуатации насосов [11, 12].

Анализ результатов и примеры. В НИИВП и НИУ «ТИИМСХ» авторами проводятся исследования различных плавающих элементов водоподводящих сооружений на водозаборах и по длине водоподводящих сооружений систем машинного водоподъема. Среди разнообразных автоматических вододействующих регуляторов, предназначенных для поддержания постоянного расхода или уровня воды (УВ), можно выделить одну разновидность – плавающие регуляторы.

В настоящей статье рассматривается работа некоторых регуляторов в стационарном, динамическом и переходном режимах. Хотя при проектировании и принимаются меры, чтобы движение воды в канале было спокойным, однако, в реальных условиях расходы и УВ подвержены колебаниям, которые, например, могут быть вызваны ветром. Некоторые автоматические регуляторы сами создают колебания воды в канале. Таким образом, автоматическим регуляторам приходится работать в условиях более или менее длительных возмущений. В статье допущена следующая идеализация: не учитывается изменение коэффициента расхода при изменении напора, влияние волнового сопротивления на колебания плавающего тела, в некоторых случаях пренебрегается скоростной напор [13, 14].

При рассмотрении колебаний расхода в качестве переменных, следует взять h – отклонение поверхности воды от равновесного и z – отклонение ватерлинии запани О-О от равновесного положения $Q = Q(h, z)$.

Линеаризируя выражение, получим:

$$dQ = k_z dQ + k_h dh \quad (1)$$

где:

$$k_h = \left. \frac{\partial Q}{\partial h} \right|_{h=0, z=0}$$

$$k_z = \left. \frac{\partial Q}{\partial z} \right|_{h=0, z=0} \quad (2)$$

Опуская в (1) знаки дифференциала, Q , z и h в дальнейшем представлены приращения соответствующих величин.

Выражение (1) принимает вид

$$Q - k_z z + k_h h, \quad (3)$$

откуда

$$h = \frac{Q - k_z z}{k_h} \quad (4)$$

Подставив это значение h в уравнение плавающего тела, получено:

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} + r \frac{dz}{dt} + \gamma s \left(1 + \frac{k_z}{k_h}\right) z = \frac{\gamma^s}{k_h} Q, \quad (5)$$

или

$$\tau_1^2 \frac{d^2 z}{dt^2} + \tau_2 \frac{dz}{dt} + z = \frac{1}{k_h + k_z} Q, \quad (6)$$

где:

$$\tau_1^2 = \frac{m \cdot k_h}{(k_h + k_z) \cdot \gamma \cdot s}, \quad (7)$$

$$\tau_2 = \frac{r \cdot k_h}{(k_h + k_z) \cdot \gamma \cdot s}, \quad (8)$$

При установившемся режиме

$$z = \frac{1}{k_h + k_z} Q, \quad (9)$$

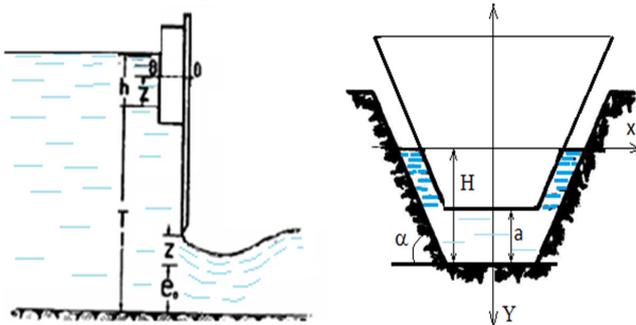
регулируемый параметр

$$h = \frac{1}{k_h + k_z} Q, \quad (10)$$

Из выражения (10) видно, что для уменьшения погрешности регулятора нужно стремиться к большей величине суммы $k_h + k_z$. Чем сильнее влияет, на изменение расхода небольшое перемещение щита и небольшое изменение глубины потока, тем лучше качество регулирования (меньше погрешность) при установившемся режиме и переходными процессами гидроэнергетических установок [15, 16].

Необходимо определить при какой форме щита сумма $k_h + k_z$ имеет наибольшее значение. Рассмотрим это применительно к трапецеидальному каналу и щиту в нём.

Оси декартовой системы координат расположены, как показано на рис. 2. На этом рисунке H обозначает глубину потока перед щитом



a – величина поднятия щита над дном канала,
 b – ширина канала по дну.

Рис. 2. Расчет плавающего щита регулятора

Пренебрегая скоростным напором, расход при свободном истечении можно определить как:

$$Q_0 = M \cdot \int \sqrt{y} dy dx, \quad (11)$$

где: интегрирование производится по области истечения воды. Вычисление интеграла (11) дает:

$$Q = \frac{8M \cdot k}{15} [H^{5/2} - (H - a)^{5/2}] + \frac{2bM}{3} [H^{3/2} - (H - a)^{3/2}] \quad (12)$$

где:

$$k = ctg$$

Используя (12), находим:

$$k_h + k_z = M \left(\frac{4k}{3} H^{3/2} + bH^{3/2} \right) \quad (13)$$

Последнее выражение показывает, что чем шире канал и чем положе его откосы, тем благоприятнее условия для повышения надёжности работы регуляторов рассматриваемого типа [17, 18]. Следовательно, канал в месте расположения регуляторов и затворы самих регуляторов должны быть трапецеидальной формы (а не прямоугольной).

Рассмотрен стационарный динамический режим. Принят следующий закон изменения приращения расхода:

$$Q = Q_M \cos \omega t \quad (14)$$

где: Q_M – амплитуда колебания приращения расхода,
 ω – круговая частота.

Уравнение (6) принимает вид

$$\tau_1^2 \frac{d^2 z}{dt^2} + \tau_2 \frac{dz}{dt} + z = \frac{Q_M}{k_h + k_z} \cos \omega t. \quad (15)$$

Интересующее частное решение этого уравнения есть:

$$z = Z_M \sin(\omega t + \varphi), \quad (16)$$

где:

$$Z_M = \frac{Q_M}{(k_h + k_z) \cdot \sqrt{(1 - \tau_1^2 \cdot \omega^2)^2 + \tau_1^2 \cdot \omega^2}} \quad (17)$$

$$\varphi = \arctg \frac{1 - \tau_1^2 \cdot \omega^2}{\tau_2 \cdot \omega} \quad (18)$$

После преобразований закона изменения регулируемого параметра (14 и 16) и подстановке в (4) получено:

$$h = D \cdot \ln(\omega t + \psi) \quad (19)$$

где:

$$D = \frac{1}{k_h} \sqrt{Q_M^2 + k_z^2 \cdot Z_M^2 - 2Q_M \cdot k_z \cdot Z_M \cdot \sin \varphi}, \quad (20)$$

$$\psi = \arctg \frac{k_z \cdot Z_M \cdot \sin \varphi - Q_M}{k_z \cdot Z_M \cdot \cos \varphi} \quad (21)$$

Средняя за период и относительная погрешности равны нулю. Условием отсутствия мгновенной погрешности является соблюдение равенств

$$Q_M = k_z \cdot Z_M \quad (22)$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2}$$

Из формул (17–20) видно, что уменьшение погрешности можно добиться путем уменьшения веса плавающего регулятора.

Рассмотрим поведение регулятора при переходном процессе, вызванном скачкообразным изменением расхода:

$$Q_T = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0 \\ Q_c = \text{const} & \text{при } t \geq 0 \end{cases} \quad (23)$$

Решая уравнение

$$\tau_1^2 \frac{d^2 z}{dt^2} + \tau_2 \frac{dz}{dt} + z = \frac{1}{k_h + k_z} Q_T \quad (24)$$

при начальных условиях

$$z|_{t=0} = 0, \quad \frac{dz}{dt}|_{t=0} = 0, \quad (25)$$

получим

$$z = \frac{Q_c}{k_h + k_z} \left[1 - e^{-\frac{t}{E}} \cdot \left(\cos \Omega t + \frac{1}{T\Omega} \sin \Omega t \right) \right] \quad (26)$$

где:

$$E = \frac{2\tau_1^2}{\tau_2} \quad (27)$$

$$\Omega = \frac{1}{2\tau_1^2} \sqrt{4\tau_1^2 - \tau_2^2} \quad (28)$$

e – основание натуральных логарифмов.

Изменение горизонта найдем, подставив (23) и (26) в (14).

$$h = \frac{Q_c}{k_h + k_z} \left[1 + \frac{k_z}{k_h} e^{-\frac{t}{E}} \cdot \left(\cos \Omega t + \frac{1}{T\Omega} \sin \Omega t \right) \right] \quad (29)$$

Эти данные использованы в крупнейших каскадах НС и ГЭС Узбекистана [19, 20].

Выводы.

1. Модернизация оборудования гидротехнических сооружений должна включать комплекс устройств, предназначенных для выполнения сооружением задач управления технологическим процессом. В настоящее время авторами предложены узлы оборудования и принципиально новые конструктивные сочетания донных и плавучих элементов Плавающим регуляторам, независимо от типа, к которым они принадлежат, присущи некоторые общие свойства, обусловленные расположением поплавков в потоке. Вследствие малой вязкости воды, у плавающих регуляторов практически нельзя добиться апериодического переходного процесса.

2. Для правильного выбора параметров регуляторов необходимы сведения о режиме движения воды в канале (наиболее вероятные амплитуды и периоды колебания поверхности воды в месте установки регулятора).

3. Регуляторы УВ, относящиеся к типу "плавающий затвор", даже без учета волновых явлений в потоке, не могут точно поддерживать заданный горизонт; они являются статическими регуляторами. Чем шире канал и чем положе откосы (аванкамера), тем более благоприятны условия работы и эффективность эксплуатации таких регуляторов.

№	Литература	References
1	Указ Президента Республики Узбекистан № УП-6024 от 10 июля 2020 года «Концепция развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы». – Ташкент, 2020.	Decree of the President of the Republic of Uzbekistan № UP-6024 dated July 10, 2020 « <i>Kontseptsiya razvitiya vodnogo khozyaystva Respubliki Uzbekistan na 2020-2030 gody</i> » [Concept for the development of water management in the Republic of Uzbekistan for 2020-2030", Tashkent, 2020]. (in Russian)
2	Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-145 от 1 марта 2022 г. «О дополнительных мерах по повышению эффективности управления водными ресурсами в низовом звене». – Ташкент, 2020.	Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-145 dated March 1, 2022 « <i>O dopolnitel'nykh merax po povsheniyu effektivnosti upravleniya vodnimi resursami v nizovom zvene</i> » [On additional measures to improve the efficiency of water management at the grassroots level] (in Russian)
3	Насрулин А.Б., Жураев С.Р., Саидов Ф.С. Изучение влияния гидрологических и гидравлических параметров на режим эксплуатации насосных станций. Интеллектуал салохийят тараккиёт мезони, Республиканский сборник научных трудов. – Ташкент, 2018. – С. 302-306.	Nasruln A.B., Zhuraev S.R., Saidov F.S. <i>Izucheniyе vliyaniya gidrologicheskikh i gidravlicheskh parametrov na rezhim ekspluatatsii nasosnykh stantsiy</i> [Study of the influence of hydrological and hydraulic parameters on the operating mode of pumping stations] Intellectual salohiyat tarakkiyot mesoni, Republican collection of scientific papers, Tashkent 2018, pp. 302-306. (in Russian)
4	O.Glovatskiy, T.Djavburiyev, A.Gazaryan, Z.Urazmukhamedova, F.Akhmadov. Interconnection of influent channel and pumping station units XXII International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering April 18-21 2019 Construction the formation of living environment, 2019, Tashkent.	O.Glovatskiy, T.Djavburiyev, A.Gazaryan, Z.Urazmukhamedova, F.Akhmadov Interconnection of influent channel and pumping station units XXII International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering April 18-21 2019 Construction the formation of living environment, 2019, Tashkent.
5	Гловацкий О.Я., Шарипов Ш.М., Исмаилов Н.М., Сапаров А.Б. Новые методы управления технологическими режимами сопрягающих сооружений насосных станций // Журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – Новочеркасск, 2020. – №1 (77). – С. 74-79.	Glovatskiy O.Ya., Sharipov Sh. M., Ismailov N.M., Saparov A.B. <i>Novyye metody upravleniya tekhnologicheskimi rezhimami sopryagayushchikh sooruzheniy nasosnykh stantsiy</i> [New methods of controlling technological modes of connecting structures of pumping stations] Scientific and practical journal «Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture» Novochoerkassk, 2020 . № 1(77). -Pp. 74-79. (in Russian)
6	О.Я.Гловацкий, Ш.Р.Рустамов, Ш.М.Шарипов. Методы управления безопасностью сопрягающих сооружений насосных станций с переходными процессами Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного хозяйства: сб. науч. тр. – Казахстан, 2016. – С. 143-146.	O. Ya. Glovatskiy, Sh. R. Rustamov, Sh. M. Sharipov <i>Metody upravleniya bezopasnostyu sopryagayushchikh sooruzheniy nasosnykh stantsiy s perekhodnymi protsessami</i> [Methods of safety management of connecting structures of pumping stations with transient processes] Scientific support as a factor of sustainable development of water management: collection of articles. scientific. Kazakhstan, 2016. -Pp. 143-146. (in Russian)
7	Сабуров Э.Н., Михайлов П.М. О влиянии загрузки вихревой камеры на ее динамические характеристики. – Москва: «Машиностроение», 2006. Труды С-ППИ, № 264. – С. 274-279.	Saburov E. N., Mikhailov P. M. <i>O vliyaniy zagruzki vikhrevoy kamery na yeye nasyshchennyye kharakteristiki</i> [On the effect of loading a vortex chamber on its dynamic characteristics] Mashinostroenie publishing house, 2006 Proceedings of S-PPI, No. 264. Pp. 274-279. (in Russian)
8	Oleg Glovatskiy, Rustam Ergashev, Jaloliddin Rashidov, Naira Nasyrova, Boybek Kholbutaev Experimental and theoretical studies of pumps of irrigation pumping stations E3S Web of Conferences 263, 02030 (2021) (FORM-2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126302030	Oleg Glovatskiy, Rustam Ergashev, Jaloliddin Rashidov, Naira Nasyrova, Boybek Kholbutaev Experimental and theoretical studies of pumps of irrigation pumping stations E3S Web of Conferences 263, 02030 (2021) (FORM-2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126302030
9	А.А.Янгиев, О.Я.Гловацкий, Н.Р.Насырова, А.С.Газарян, Ж.Рашидов. Параметрические испытания насосных агрегатов насосной станции №6 Каршинского каскада // «Узбекистонда сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг муаммолари ва ечимлари» мавзусида республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Карши, 2021. – С. 374-379.	A.A.Yangiyev, O.Glovatskiy, N.Nasyrova, A.Gazaryan, ZH.Rashidov <i>Parametricheskiye ispytaniya nasosnykh agregatov nasosnoy stantsii №6 Karshinskogo kaskada</i> [Parametric tests of pumping station No. 6 of the Karshi cascade] Materials of the Republican scientific-practical conference "Problems and solutions for the efficient use of water resources in Uzbekistan." Karshi, 2021 Pp.374-379. (in Russian)
10	Nasyrova, Naira & Glovatskiy, Oleg & Artykbekova, Fotima & Sultanov, Shukhrat. (2021). Operation of the Cascade of Pumping Stations of the Karshi Main Canal. 10.1007/978-3-030-72404-7_23.	Nasyrova, Naila & Glovatskiy, Oleg & Artykbekova, Fotima & Sultanov, Shukhrat. (2021). Operation of the Cascade of Pumping Stations of the Karshi Main Canal. 10.1007/978-3-030-72404-7_23.
11	Газарян А., Насырова Н. Оценка методов расчета внезапно расширяющихся потоков // Сборник научных статей XX научно-практической конференции молодых учёных и магистров «Современные проблемы в сельском и водном хозяйстве». – Ташкент, 2021. – 1 том. – С. 690-696.	Gazaryan A., Nasyrova N. <i>Otsenka metodov rascheta vnezapno rasshiryayushchikhsya potokov</i> [Evaluation of methods for calculating suddenly expanding flows] Collection of scientific articles of the XX scientific-practical conference of young scientists and masters "Modern problems in agriculture and water management" 1 vol. Tashkent, 2021. Pp.690-696. (in Russian)
12	E.Kan, M.Mukhammadiev, N.Ikramov. Methods of regulating the work of units at irrigation pumping stations. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 869, (2020) 042009.C.234-241	E.Kan, M.Mukhammadiev, N.Ikramov. Methods of regulating the work of units at irrigation pumping stations. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 869, (2020) 042009. Pp.234-241

13	Nasyrova N., Tadzhiyeva D., Krasnalobova D., Shodiev B. (2021) Use of Combined Floating Structures at Water Inlets of Pumping Stations. In: Vatin N., Borodinecs A., Teltayev B. (eds) Proceedings of EECE 2020. EECE 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 150. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72404-7_26	Nasyrova N., Tadzhiyeva D., Krasnalobova D., Shodiev B. (2021) Use of Combined Floating Structures at Water Inlets of Pumping Stations. In: Vatin N., Borodinecs A., Teltayev B. (eds) Proceedings of EECE 2020. EECE 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 150. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72404-7_26
14	О.Я.Гловацкий, Р.Р.Эргашев, Ж.Рашидов, Б.Холбутаев Усовершенствование конструкции устройств для очистки от плавающих тел на системах машинного водоподъема // "Ўзбекистонда сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг муаммолари ва ечимлари" мавзусида республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Карши, 2021. – С. 398-403.	O.Glovatskiy, R.R.Ergashev, Z.H.Rashidov, B.Kholbutayev <i>Usovershenstvovaniye konstruksii ustroystv dlya ochistki ot plavayushchikh tel na sistemakh mashinnogo vodopoyema</i> [Improving the design of devices for cleaning from floating bodies on machine water lifting systems] Materials of the Republican scientific-practical conference "Problems and solutions for the efficient use of water resources in Uzbekistan." Karshi, 2021. Pp. 398-403. (in Russian)
15	О.Я.Гловацкий, Б.Хамдамов, А.Б.Азимов, Б.Д.Хамидов, К.Л.Иноятова. Энергосберегающие режимы гидроэнергетических установок // Журнал "Проблемы энерго- и ресурсосбережения". – Ташкент, 2021. – №4. – С. 340-345.	O.Ya. Glovatsky, B. Khamdamov, A.B. Azimov, B.D. Khamidov, K.L. Inoyatova <i>Energoberegayushchiye rezhimy gidroenergeticheskikh ustanovok</i> [Energy-saving modes of hydropower installations] Journal of Energy and Resource Saving Problems. No. 4, 2021 pp. 340-345. (in Russian)
16	О.Р. Азизов, А.С.Газарян, Н.Р.Насырова, Н.М.Исмаилов Повышение безопасности сопрягающих сооружений насосных станций с переходными процессами // Журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – Новочеркасск, 2019. – №3(75). – С. 74-78.	O.R. Azizov, A.S. Gazaryan, N.R.Nasyrova, N.M. Ismailov <i>Povysheniye bezopasnosti sopryagayushchikh sooruzheniy nasosnykh stantsiy s perekhodnymi protsessami</i> [Improving the safety of connecting structures of pumping stations with transient processes] Journal "Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture" Novocherkassk, No. 3 (75), 2019. – Pp. 74-78. (in Russian)
17	Н.Насырова, Ш.Рустамов, О.Гловацкий Управление надёжностью насосных станций для обеспечения безопасности эксплуатации // Международный научный форум «Проблемы управления водными и земельными ресурсами». Москва, 2015. – С. 160-167.	N.Nasyrova, Sh..Rustamov, O. <i>Glovatskiy Upravleniye nadozhnostyu nasosnykh stantsiy dlya obespecheniya bezopasnosti ekspluatatsii</i> [Reliability management of pumping stations to ensure operational safety] International scientific forum "Problems of water and land resources management". - Moskov, 2015. -Pp.160-167. (in Russian)
18	О.Гловацкий, Н.Насырова, Р.Эргашев Оценка безопасности и повышение надёжности эксплуатации гидротехнического узла крупных насосных станций Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – Новочеркасск, № 2(62). – С. 108-113.	O.Glovatskiy, N.Nasyrova, R.Ergashev <i>Otsenki bezopasnosti i povysheniye nadozhnosti ekspluatatsii gidrotekhnicheskogo uzla krupnykh nasosnykh stantsiy</i> [Assessments of safety and increasing the reliability of operation of the hydraulic unit of large pumping stations] Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. - Novocherkassk, № 2 (62). – Pp. 108-113. (in Russian)
19	Shaazizov F, Uralov B, Shukurov E and Nasrulin A 2019 Development of the computerized decision-making support system for the prevention and revealing of dangerous zones of flooding (E3S Web of Conferences 97 FORM-2019 05040 (2019) https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705040).	Shaazizov F, Uralov B, Shukurov E and Nasrulin A 2019 Development of the computerized decision-making support system for the prevention and revealing of dangerous zones of flooding (E3S Web of Conferences 97 FORM-2019 05040 (2019) https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705040).
20	Mukhammadiev M, Klichev Sh 2018 Use of Pumped Storage Hydroelectric Power Plants in Uzbekistan Applied Solar Energy (ISSN 0003-701X, Vol. 54, No. 6) Pp. 68–71.	Mukhammadiev M, Klichev Sh 2018 Use of Pumped Storage Hydroelectric Power Plants in Uzbekistan Applied Solar Energy (ISSN 0003-701X, Vol. 54, No. 6) Pp. 68–71.