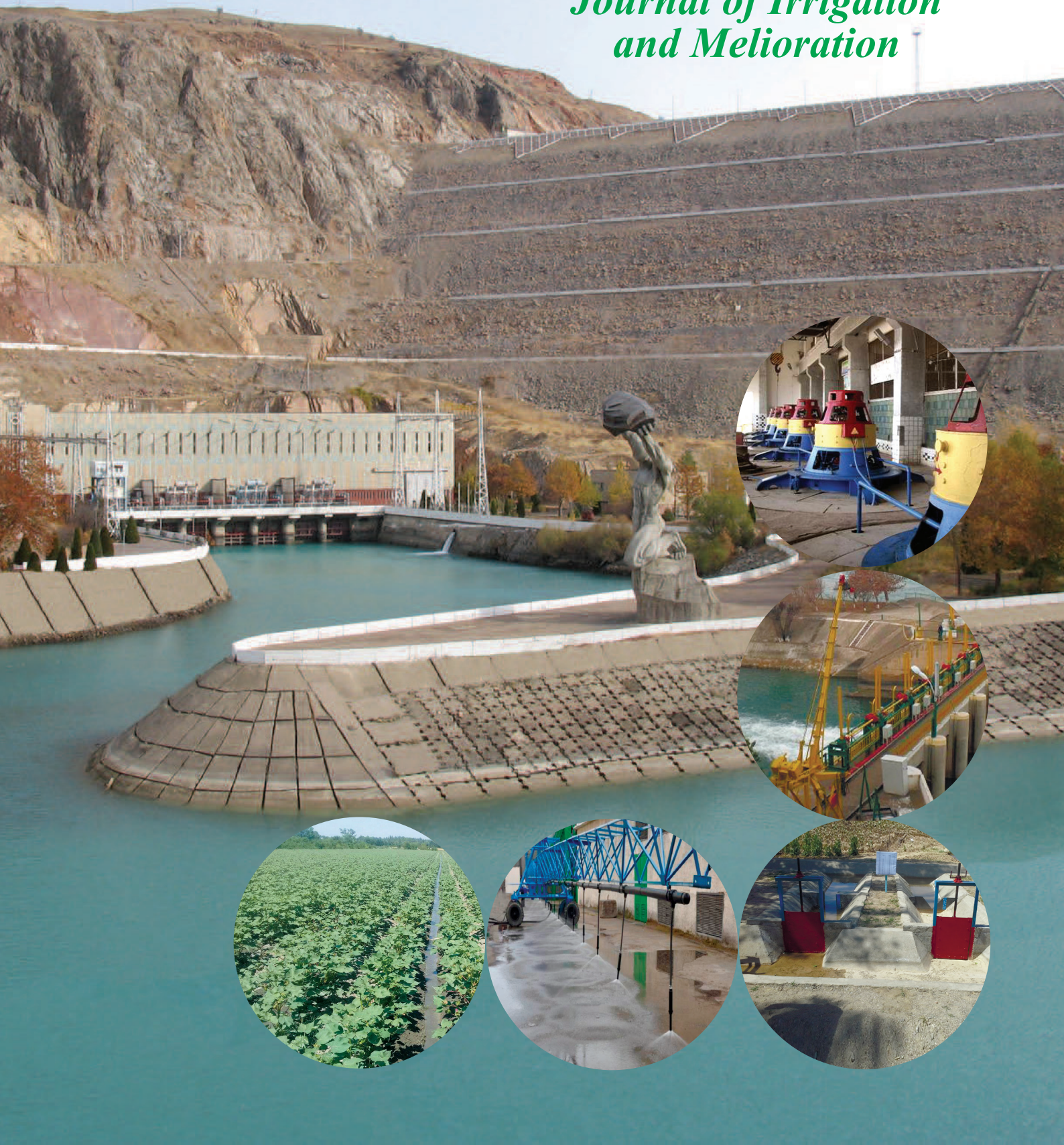


# IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

№4(22).2020

*Journal of Irrigation  
and Melioration*





## ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

М.Х.Ҳамидов, А.Р. Муратов <b>Сув ресурсларидан самарали фойдаланишда ёмғирлатиб суғориш усули ва машинасининг аҳамияти</b> .....	7
А.А. Алимджанов, А.Х. Каримов, Б.Р. Насибов <b>Недостатки планирования водопользования на уровне водопотребителей и ассоциаций водопотребителей</b> .....	12
А. У. Атажанов <b>Суғорма деҳқончиликда сув ресурсларидан тежамли фойдаланишда қўлланиладиган технология ва техник воситалари</b> .....	19
Ф.Ў. Жўраев, Ф.Ҳ. Каримов <b>Интенсив боғларни тупроқ ичидан суғоришнинг сув тежамкор технологияси</b> .....	23
Ш.Б. Бабахолов <b>Иқлим ўзгаришининг қишлоқ хўжалигига таъсирини эмпирик баҳолаш (Самарқанд вилояти мисолида)</b> .....	28
Ж.М.Қўзиёв <b>Сирдарёнинг III қайир усти террасасида шаклланган янгидан суғориладиган бўз-ўтлоқни тупроқларнинг агрохимёвий кўрсаткичлари</b> .....	34
М.В. Радкевич, К.Б. Шипилова, М.Н. Абдукодирова, О.Д.Почужевский <b>Автомоечный комплекс – объект вредного воздействия на водные ресурсы</b> .....	40

## ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

<b>Д.Р. Базаров, С.К. Хидиров</b> , О.Ф. Вохидов, М.П. Ташханова, Абдулатиф Гаюр <b>Гашение избыточной энергии потока в водосбросных сооружениях</b> .....	44
Ф.Ш. Шаазизов <b>Гидроэлеватор для очистки от донных наносов водовыпускного сооружения водохранилища</b> .....	49
Р.Р. Эргашев, Ф. Атрикбекова, Х. Хусанбоева, Б.Т.Холбутаев, Н.А.Бабажанов <b>Подвод воды к водоприёмникам насосных станций</b> .....	53
А.М. Арифжанов, Қ.Т. Рахимов, Д.А. Абдураимова, С.Н. Хошимов <b>Напорли тизимларда лойқали оқим ҳаракатида гидравлик ишқаланиш коэффициентини аниқлашнинг экспериментал асослари</b> .....	57
D.R. Bazarov, O.F. Vokhidov, M.Tashkhanova, F. Uljayev <b>Results of a numerical study of currents in the vicinity of a damless water intake</b> .....	61
А.М. Арифжанов, Т.У. Апахўжаева, Д.Е. Атакулов С.Н. Хошимов <b>Ўзандаги аккумуляцион ва эрозия жароёнларни баҳолашда инновацион технологиялар</b> .....	64
В.Вахабов, А.А.Файзиёв <b>Прогнозирование динамики урожайности хлопчатника Ферганской области</b> .....	68

УДК: 532.53 (575.141)

## ГАШЕНИЕ ИЗБЫТОЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПОТОКА В ВОДОСБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

*Д.Р. Базаров - д.т.н., профессор, С.К.Хидиров - PhD, доцент, О.Ф. Вохидов - ассистент  
М.П.Ташханова - независимый исследователь, Абдулатиф Гаюр - независимый исследователь  
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства*

### Аннотация

Приводятся результаты экспериментальных исследований направленные на разработку новой конструкции гасителя на водосбросном сооружении. Проведен анализ эпюр распределения скоростей при водосбросе, результаты которого показали, что придонная скорость потока больше чем поверхностная скорость на 3–17%. По результатам исследований установлено, что во втором варианте исследований это повышение составляет 2–22%. Максимальные значения удельных расходов при первом варианте исследования в рисберме изменялись относительно водобойного колодца в пределах 1,5–40%, во втором варианте на 2–30%. Значения удельных расходов при первом варианте исследования в рисберме увеличились относительно водобойного колодца в пределах 19–85%, во втором варианте на 49–89%. По результатам экспериментальных исследований, установлено, что при пропуске различных расходов через водосбросное сооружение при варианте без гасителя значение числа Фруда изменяется в широком диапазоне доходя до  $Fr=5.0$ , что соответствует бурному движению потока. При установке гасителя энергии в конце каждого перепада максимальное значение числа Фруда составляет  $Fr=2.60$ . При установке гасителя вогнутой формы оно равняется  $Fr=1.20$ . Это способствует максимальному снижению разрушительной способности сбрасываемого потока в нижнем бьефе сооружения. Как показывают результаты сопоставительного анализа наиболее эффективно работает рекомендуемый вариант с вогнутым гасителем. Максимальное значение числа Фруда составляет  $Fr=1.20$ . При таком значении числа Фруда, значительно уменьшается разрушительная способность потока воды на участке сопряжения нижнего бьефа гидротехнического сооружения.

**Ключевые слова:** водосбросное сооружение, число Фруда, гашение энергии потока, эксплуатация, скорость потока.

## СУВ ТАШЛАГИЧ ИНШООТЛАРИДАГИ ОҚИМНИНГ ОРТИҚЧА ЭНЕРГИЯСИНИ СЎНДИРИШ

*Д.Р. Базаров - т.ф.д., профессор, С.К.Хидиров - PhD, доцент, О.Ф. Вохидов - ассистент  
М.П.Ташханова - мустақил тадқиқотчи А.Гаюр - мустақил тадқиқотчи  
Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти*

### Аннотация

Сув чиқариш иншоотида энергия сўндиришни янги конструкциясини ишлаб чиқишнинг экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган. Сув ташлаш иншоотида тезлик эпюралари таҳлили олиб борилди, натижада пастки оқим тезлиги сиртдаги оқим тезлигидан 3–17% юқори эканлигини кўрсатди. Тадқиқотнинг натижаларига кўра, иккинчи вариантда ушбу ўсиш 2–22% ташкил этганлиги аниқланди. Максимум солиштирма сув сарфининг қийматлари биринчи вариантда қуйи оқимга нисбатан 1,5–40 фоизгача, иккинчи вариантда 2–30 фоизгача ўзгарган. Сув чиқариш иншоотида тадқиқотнинг биринчи вариантдаги солиштирма сув сарфидаги тезлик қийматлари энергия сўндирувчи қудуғдагига нисбатан 19–85 фоизгача, иккинчи вариантда 49–89 фоизга ошди. Экспириментал тадқиқотлар натижаларига кўра, турли ҳажмдаги сув оқими сув ташлаш иншоотидан энергия сўндиришиз ўтаётганда, Фруд сонининг қиймати кенг диапазонда ўзгариб  $Fr=5.0$  га етади, бу оқимнинг шовқинли ҳаракатига тўғри келади. Ўрнатилган ҳар бир энергия сўндрувчи гасителдан ўтганда Фруд сонининг максимум қиймати  $Fr=2.60$  га тенг. Букик шаклидаги гаситель ўрнатилганда,  $Fr=1.20$  га тенг. Бу сув ташлаш иншоотининг пастки бьефида ҳалокатли ҳолатларни камайтиришга ёрдам беради. Таққослаш натижаларидан кўриниб турибдики, букик шаклидаги тавсия этилган гасителлар энг самарали ишлайди. Фруд сонининг максимум қиймати  $Fr=1.20$ . Фруд сонининг бундай қиймат гидротехника иншоотлари пастки бьефини ювилиш қобилиятини сезиларли даражада камайтиради.

**Таяч сўзлар:** сув ташлаш иншооти, Фруд сони, оқим энергиясини сўндириш, эксплуатация, оқим тезлиги.

## EXTINGUISHING EXCESS FLOW ENERGY IN SPILLWAY STRUCTURES

*D.R. Bazarov - d.t.s., professor, S.K.Khidirov - PhD, associate professor, O.F. Vokhidov - assistant  
M.Tashkhanova - researcher, A. Gayur - researcher, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers*

### Abstract

Presents the results of experimental studies aimed at developing a new damper design at the spillway structure. The analysis of the distribution diagrams of the velocities at the spillway was carried out, the results of which showed that the bottom flow velocity is higher than the surface velocity by 3–17%. According to the research results, it was found that in the second variant of the research this increase is 2–22%. The maximum values of specific flow rates in the first variant of the study in the apron varied relative to the downstream stilling well within 1.5–40%, in the second variant by 2–30%. The values of specific consumption in the first variant of the study in the apron increased relative to the stilling well of the lower pool within 19–85%, in the second variant by 49–89%. According to the results of experimental studies, it was found that when passing various flows through the spillway with the option without a damper, the value of the Froude number varies in a wide range, reaching  $Fr = 5.0$ , which corresponds to the rapid movement of the flow. When installing an energy absorber at the end of each drop, the maximum value of the Froude number is  $Fr = 2.60$ ; when installing the absorber of the concave shape under study, it is equal to  $Fr = 1.20$ ,

which contributes to the maximum decrease in the destructive ability of the discharged flow in the downstream of the structure. As the results of the comparative analysis show, the recommended option with a concave damper works most effectively. The maximum value of the Froude number is  $Fr = 2.20$ . With such an alignment of the Froude number values, the destructive ability of the water flow at the junction section of the downstream of the hydraulic structure is significantly reduced.

**Key words:** spillway, Froude number, damping flow, exploitation, flow rate.

**Введение.** Движение водного потока в водосбросных сооружениях из – за его высокой кинетической энергии формирующейся за счет увеличения средней скорости воды при сбросе через плотины гидротехнических и гидроэнергетических сооружений выявляет существенные проблемы. Пропуск сбросных расходов через плотины гидротехнических и гидроэнергетических сооружений имеет пространственный характер движения потока в нижнем бьефе, что вызывает, в свою очередь, неравномерность распределения гидродинамических нагрузок на плиты креплений и, следовательно, ухудшение условий его работы. Несмотря на многочисленные исследования различных типов гасящих устройств, а также оценку их влияния на структуру потока и на возможности управления сбивными течениями, на снижение их нежелательного воздействия на крепление и естественное русло, многие из перечисленных проблем изучены пока недостаточно полно. Следует отметить, что полученные результаты многих исследований зачастую противоречивы, а иногда носят взаимоисключающий характер. Согласно вышеизложенному результаты, полученные в рамках настоящего исследования, дадут возможность ответить на ряд поставленных выше вопросов, что свидетельствует об актуальности рассматриваемой проблемы. Гашение энергии при сопряжении потока в нижнем бьефе наиболее эффективно осуществляется при помощи донного гидравлического прыжка. Данный тип гидравлического прыжка, особенно для условий плоской задачи, изучен и описан достаточно хорошо [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Известно, что при достаточно прочном основании или при запроектированном, надлежащим образом, креплении, гашение энергии сбрасываемого потока происходит наиболее интенсивно именно в донном прыжке [9, 10].

Как показывает практика эксплуатации водосбросных сооружений плотин гидротехнического и гидроэнергетического назначения лучшее решение рационального сопряжения бьефов это комбинированное гашение избыточной кинетической энергии потока в водосбросном сооружении и сопрягающих сооружениях. Во многих зарубежных странах построены и успешно функционируют водосбросы с носком-уступом. Широкое применение конструкции водосливов подобного типа нашло при наличии скального основания. При устройстве уступа на водосливной грани сопряжение сбрасываемого потока возможно по типу поверхностного прыжка [11, 12]. Границы и условия существования прыжка поверхностного вида тоже были достаточно изучены [13, 14]. По результатам исследований вертикальных эпюр распределения скоростей установлено, что поверхностный режим сопряжения является предпочтительным из-за того, что струя с максимальными значениями скорости проходит в поверхностных слоях потока [13, 14]. Во многих исследованиях глубину размыва определяли, в основном, значениями придонных скоростей. Также было установлено, что поверхностный режим существует в очень узком диапазоне глубин нижнего бьефа, а остальные типы сопряжения, например поверхностно – донный могут оказаться хуже донного из-за того, что большие значения придонных скоростей будут распространяться на значительное расстояние по длине нижнего бьефа, что потребует, в свою очередь, большей длины и мощности крепления примени-

тельно к условиям легко размываемого основания [15].

Изучение вопросов движения потоков в нижних бьефах речных гидротехнических сооружений имеет большое значение для обеспечения их надежной эксплуатации. Многочисленные аварии и разрушения, наблюдаемые в нижних бьефах плотин, чаще всего объясняются неправильной эксплуатацией сооружений. Как известно, каждое гидротехническое сооружение представляет собой, в известной мере, индивидуальное сооружение и это обстоятельство учитывается проектировщиками при разработке и составлении рациональных схем и инструкций по его эксплуатации. Особенность эксплуатации того или иного сооружения предусматривает полное открытие только части отверстий, реже двух или одного. Также приходится считаться с требованием персонала (эксплуатационного штата) работать, по возможности, с полностью открытыми отверстиями. Значительно легче открыть одно или два отверстия полностью, чем приоткрывать на  $(1/5 - 1/6)H$  множество затворов для пропуска того же расхода. Часто полного открытия отдельных отверстий требует сброс плавающих тел, пропуск льда и шуги, в особенности в тех случаях, когда используются плоские затворы, так как при этом необходимо создать благоприятные условия для сброса льда в нижний бьеф.

Практика строительства и эксплуатации гидротехнических и гидроэнергетических сооружений показывает, что пропуск паводковых вод при частичном использовании водосливного фронта и при неравномерном распределении удельного расхода, или в условиях когда ширина нижнего бьефа больше длины водослива, приводит к пространственному растеканию потока [16, 17].

Несмотря на многообразие существующих в практике гидротехнического строительства устройств водосбросных сооружений для гашения избыточной энергии потока и методов установления их расчетных зависимостей задача решения проблемы повышения их эффективной эксплуатации путем проведения исследования новых типов гасителей или растекателей, проведение дополнительных экспериментов по оценке кинематической структуры и гидравлических режимов потока в водосбросах остаются нерешенными. Анализ изучения работ по вышеуказанному перечню вопросов позволил определить цель настоящей работы. Для достижения поставленной цели в рамках настоящей работы определены следующие задачи, необходимые для её реализации:

проведение экспериментальных исследований по изучению движения водного потока в водосбросах гидротехнических и энергетических сооружений;

расчет параметра, показывающий степень гашения избыточной энергии потока в водосбросах, во взаимосвязи с динамикой потока воды;

на основании результатов экспериментальных гидравлических исследований разработка новой конструкции гасителей в водосбросной плотине и прогноз основных характеристик движения потока в нижнем бьефе.

**Методика исследований.** Проведение экспериментальных исследований движения водного потока в водосбросной части плотин гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, расчет степени гашения энергии и сопоставление различных вариантов гасителей является



методом исследования настоящей работы.

**Результаты обсуждений.** Для изучения движения воды на водосбросном сооружении были проведены гидравлические исследования с обеспечением нормальных условий работы нижних бьефов водопропускных сооружений. Эксперименты были проведены в гидравлической лаборатории кафедры Ташкентского института инженеров ирригации и механизации.

Экспериментальная установка представляет собой условной лоток с нижеследующими габаритами: уклон дна 0.00001 ширина 120 см, длина 12000 см общие размеры 1.35x0.6 м. Лоток присоединен к сопрягающему сооружению. Длина рабочей части 3 м. 1-резервуар, 2-водовыпуски, 3-водовыпускное сооружение, 4-расширяющаяся часть русла, 5-канал I, 6-водоприёмный резервуар, 7-передающие трубы, 8-канал II, 9-аванкамера, 10-всасывающая труба, 11-насосный агрегат, 12-напорная труба, 13-подводящая труба, 14-затвор I, 15-затвор II, 16-водосбросной лоток (водосбросное сооружение), 17-гасители энергии, расположенные в нижнем бьефе сооружению (рис.1).

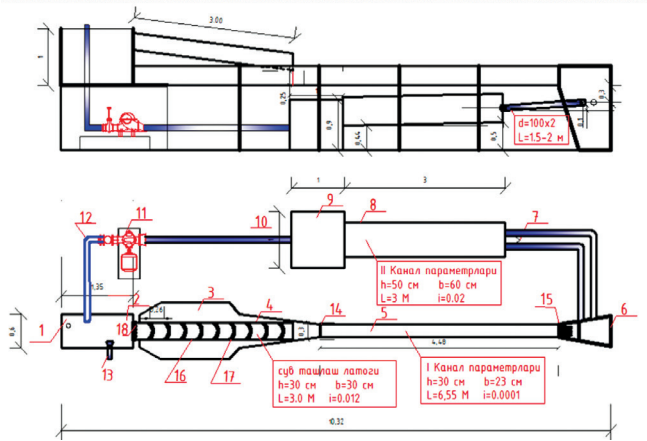


Рис.1. Экспериментальная схема лабораторной установки

Для измерения расхода воды в конце руслового лотка установлен водомер-водослив Чиполетти с параметрами  $\alpha=76^\circ$  и  $\beta=14^\circ$  и использована апробированная формула, имеющая вид:  $Q=1.86BH^{3/2}$  Измерение расхода велось объемным методом. Скорость потока в расчетных створах измерялась с помощью микровертушки ИСВ-01.

$$M_p = M_L = 60$$

Для воспроизведения гидравлических процессов в экспериментальной установке, как в реальном объекте расхода 27.886 м³/сек значение расхода составляло 1.0 л/сек. Максимальное значение расхода в натурном водосбросном равно 250.0 м³ /сек, которое в эксперименте соответствовало к значению 8.9 л/сек. Для изучения работ водосброса принята следующая схема:

В экспериментальных исследованиях изучено распределение скоростей при сопряжении бьефов с устройством гасителей и без устройства гасителей на многопролетном водосбросе, при этом степень гашения избыточной энергии проверялась динамикой числа Фруда.

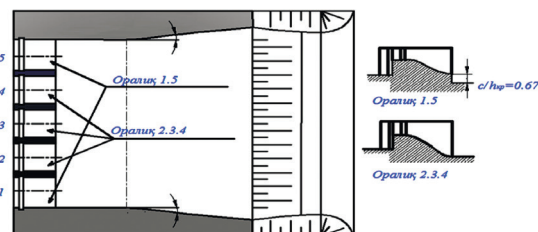


Рис.2. Схема водосбросного сооружения для проведения экспериментальных исследований

В экспериментальных исследованиях приняты две конструкции водосбросного сооружения. В конце каждой ступени были установлены гасители двух конструкций: первый в виде вертикальной стенки, второй в виде вогнутой конструкции. Распределение скоростей при различных значениях сбросного расхода приведены на следующих рисунках (рис.3, 4, 5, 6).

Анализ этих рисунков показывает, что придонная скорость потока больше чем поверхностная на 3–17%. Во втором варианте исследований оно составляет 2-22%. Макси-

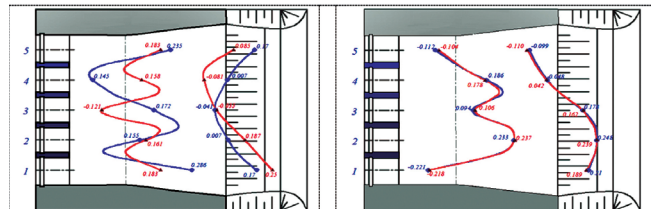


Рис.3. Эпюра распределения скоростей в исследуемых вариантах водосброса при расходах

$$Q_M = 3.50 \text{ л/сек } (Q_H = 100.0 \text{ м}^3/\text{с}) \text{ и } Q_M = 4.32 \text{ л/с } (Q_H = 120.3 \text{ м}^3/\text{с})$$

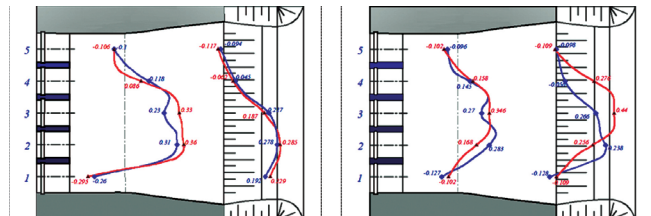


Рис.4. Эпюра распределения скоростей в исследуемых вариантах водосброса при расходах

$$Q_M = 5.0 \text{ л/с } (Q_H = 150.8 \text{ м}^3/\text{с}) \text{ и } Q_M = 6.0 \text{ л/с } (Q_H = 167.3 \text{ м}^3/\text{с})$$

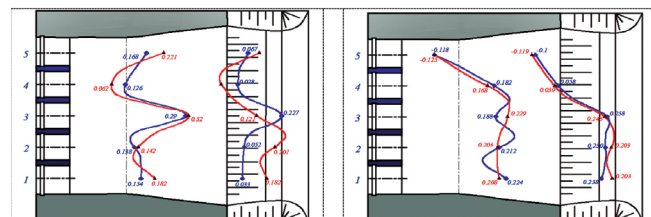


Рис.5. Эпюра распределения скоростей в исследуемых вариантах водосброса при расходах

$$Q_M = 7.0 \text{ л/с } (Q_H = 200.4 \text{ м}^3/\text{с}) \text{ и } Q_M = 8.4 \text{ л/с } (Q_H = 234.3 \text{ м}^3/\text{с})$$

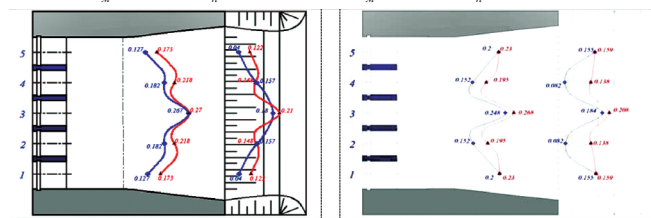


Рис.6. Эпюра распределения скоростей в исследуемых вариантах водосброса при расходах

$$Q_M = 9.0 \text{ л/с } (Q_H = 250.3 \text{ м}^3/\text{с}) \text{ и } Q_M = 8.4 \text{ л/с } (Q_H = 25.3 \text{ м}^3/\text{с})$$

мальные значения удельных расходов в первом варианте исследований на рисберме изменялись относительно водобойного колодца в пределах 1,5–40%, во втором варианте на 2–30%. Значения удельных расходов в первом варианте исследований на рисберме увеличились относительно водобойного колодца в пределах 19–85%, во втором варианте на 49–89%.

Для изучения динамики числа Фруда в экспериментах изучалось движение потока по водосбросу без гасителей, с гасителями в виде вертикальной стенки и вогнутой стенки расположенное к течению. Последний вариант исследования приводится ниже (рис.7, 8).

В каждом варианте исследования измерялись значения средних скоростей потока и глубина в створах до и после

гасителя, по результатам измерений вычислялись значения числа Фруда. Результаты сопоставительного анализа исследований приводятся на следующих рисунках (рис. 9, 10, 11).

Как показывают экспериментальные исследования, при пропуске различных расходов через водосбросное сооружение в варианте без гасителя значение числа Фруда изменяется в широком диапазоне доходя до  $Fr=5.0$ , что соответ-

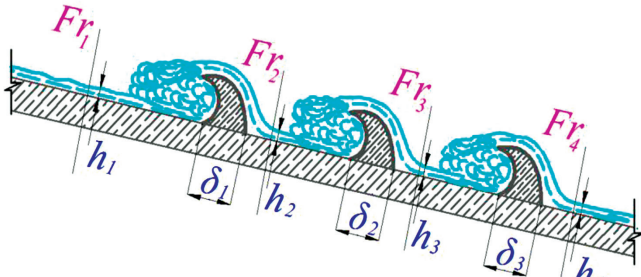
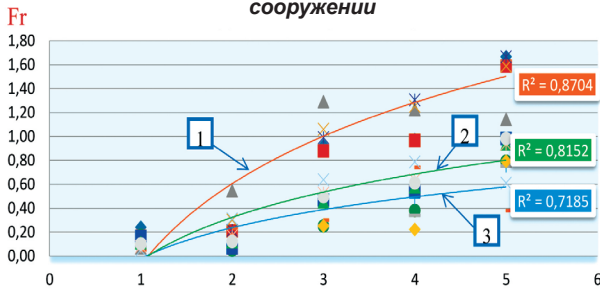


Рис.7 Схема расположения гасителей на водосбросном сооружении



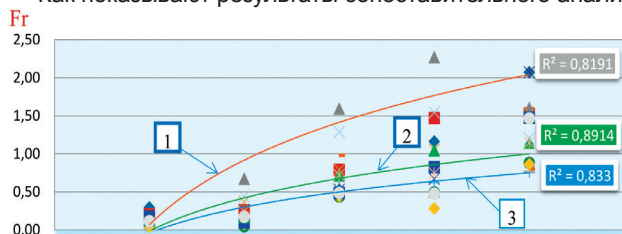
$Q_n = 108.7 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Q_m = 3.9 \text{ л/с}$ : 1- без гасителя, 2- с прямоугольным гасителем; 3- с вогнутым гасителем.

Рис.8. Динамика числа Фруда по длине водосброса

ствует бурному движению потока. При установке гасителя энергии в конце каждого перепада максимальное значение числа Фруда составляет  $Fr=2.60$ . При установке гасителя вогнутой формы она равняется  $Fr=1.20$ . Это способствует максимальному снижению разрушительной способности сбрасываемого потока в нижнем бьефе сооружения.

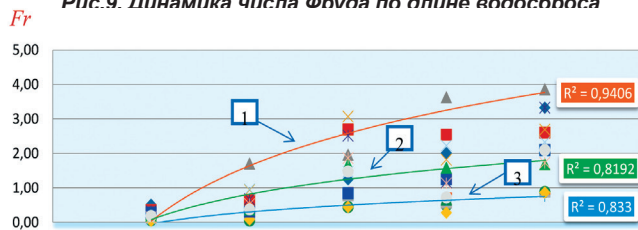
Исследована динамика изменения числа Фруда с различными конструкциями гасителей, находящаяся в эксплуатации водосбросных сооружений гидроузлов и плотин гидротехнических и гидроэнергетических сооружений (рис.12).

Как показывают результаты сопоставительного анализа



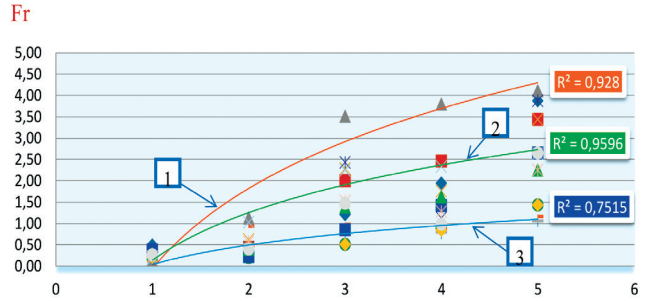
$Q_n = 192.7 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Q_m = 6.9 \text{ л/с}$ : 1- без гасителя, 2- с прямоугольным гасителем; 3- с вогнутым гасителем.

Рис.9. Динамика числа Фруда по длине водосброса



$Q_n = 280.6 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Q_m = 10.07 \text{ л/с}$ : 1- без гасителя, 2- с прямоугольным гасителем; 3- с вогнутым гасителем.

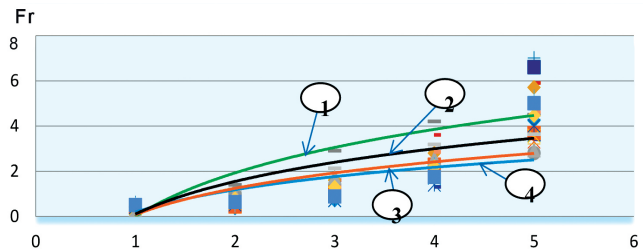
Рис.10. Динамика числа Фруда по длине водосброса



$Q_n = 324.1 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Q_m = 11.6 \text{ л/с}$ : 1- без гасителя, 2- с прямоугольным гасителем; 3- с вогнутым гасителем.

Рис.11. Динамика числа Фруда по длине водосброса

наиболее эффективно работает рекомендуемый вариант с вогнутым гасителем. Максимальное значение числа Фруда составляет  $Fr=2.20$ . При таком значении числа Фруда, значительно уменьшается разрушительная способность потока воды на участке сопряжения нижнего бьефа гидротехнического сооружения



1- прямоугольный гаситель; 2- Конструкция Н.Н.Беляшевского, Н.Г.Пивовара, Н.И.Калантыренко, 3- конструкция Д.И.Кумина; 4- рекомендуемый - вогнутый гаситель.

Рис.12. Сопоставительный анализ динамики числа Фруда на водосбросе с различными вариантами гасителей

**Выводы и рекомендации.** По результатам исследования сделаны следующие выводы и рекомендации:

1. Анализ эпюр распределения скоростей в водосбросе показывают, что придонная скорость потока больше чем поперечная скорость на 3–17%.

2. Во втором варианте исследований это повышение составляет 2–22%. Максимальные значения удельных расходов при первом варианте исследований в рисберме изменялись относительно водобойного колодца в пределах 1.5-40%, во втором варианте на 2–30%. Значения удельных расходов при первом варианте исследования в рисберме увеличились относительно водобойного колодца в пределах 19-85%, во втором варианте на 49–89%.

2. По результатам экспериментальных исследований, установлено что при пропуске различных расходов через водосбросное сооружение при варианте без гасителя значение числа Фруда изменяется в широком диапазоне доходя до  $Fr=5.0$ , что соответствует бурному движению потока. При установке гасителя энергии в конце каждого перепада максимальное значение числа Фруда составляет  $Fr=2.60$ . При установке гасителя вогнутой формы оно равняется  $Fr=1.20$ . Это способствует максимальному снижению разрушительной способности сбрасываемого потока в нижнем бьефе сооружения;

3. Как показывают результаты сопоставительного анализа наиболее эффективно работает рекомендуемый вариант с вогнутым гасителем. Максимальное значение числа Фруда составляет  $Fr=2.20$ . При таком значении числа Фруда, значительно уменьшается разрушительная способность потока воды на участке сопряжения нижнего бьефа гидротехнического сооружения.



№	Литература	References
1	Войнич-Сяноженцкий Т.Г. К расчету длины донного гидравлического прыжка. Тбилиси: – Известия ТНЦИСЭИ, 1958. т.10. – С. 40 - 49.	Voynich-Syanozhentskiy T.G. <i>K raschetu dliny donnogo gidravlicheskogo pryzhka</i> [Calculating the length of the bottom hydraulic jump] Tbilisi, Izvestiya TNISGEI, 1958, v.10, Pp.40 - 49. (in Russian)
2	Bazarov, D., Uralov, B., Matyakubov, B., Vokhidov, O., Uljaev, F., Akhmadi, M. The effects of morphometric elements of the channel on hydraulic resistance of machine channels of pumping stations. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 869(7). DOI:10.1088/1757-899X/869/7/072015.	Bazarov, D., Uralov, B., Matyakubov, B., Vokhidov, O., Uljaev, F., Akhmadi, M. The effects of morphometric elements of the channel on hydraulic resistance of machine channels of pumping stations. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 869(7). DOI:10.1088/1757-899X/869/7/072015.
3	Вызго М.С., Кузьминов Ю.М. Изменение длины гидравлического прыжка с изменением шероховатости дна водобоя // Гидротехническое строительство. – Москва, 1963, – № 2, – 49 с.	Vyzgo M.S., Kuz'minov YU.M. <i>Izmeneniye dliny gidravlicheskogo pryzhka s izmeneniyem sherokhovatosti dna vodoboya</i> [Change in the length of a hydraulic jump with a change in the roughness of the bottom of the pond]. Hydraulic engineering. Moscow, 1963, No2, 49 p. (in Russian)
4	Гунько Ф.Г. О гидравлическом прыжке и сопряженных глубинах в пространственных условиях. Известия ВНИИГ. – Ленинград, 1958. т.59. – С.100-119.	Gun'ko F.G. <i>O gidravlicheskoy pryzhke i sopryazhennykh glubinakh v prostranstvennykh usloviyakh</i> [On the hydraulic jump and conjugate depths in spatial conditions]. Izvestia VNIIG. Leningrad, 1958, v.59, Pp. 100-119. (in Russian)
5	Bazarov, D., Markova, I., Raimova, I., Sultanov, S.: Water flow motion in the vehicle of main channels. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 883, 012001 (2020). <a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012001">https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012001</a> .	Bazarov, D., Markova, I., Raimova, I., Sultanov, S.: Water flow motion in the vehicle of main channels. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 883, 012001 (2020). <a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012001">https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012001</a> .
6	Дмитриев А.Ф., Хлапук Н.Н. Экспериментальные исследования донного гидравлического прыжка. Гидромелиоративное и гидротехническое строительство. – Львов, 1979. – т.7. – С.46-50.	Dmitriyev A.F., Khlapak N.N. <i>Ekspperimental'nyye issledovaniya donnogo gidravlicheskogo pryzhka</i> [Experimental studies of a bottom hydraulic jump]. Irrigation and drainage and hydraulic engineering construction. Lviv, 1979, v. 7, Pp. 46-50. (in Russian)
7	Долгачев Ф.М., Пашков Н.Н. Определение сопряженных глубин при наличии гасителей энергии. В сб. трудов МИСИ. Вопросы гидравлики и водоснабжения. – Москва, 1980, № 174, – С.54-58.	Dolgachev F.M., Pashkov N.N. <i>Opredeleyeniye sopryazhennykh glubin pri nalichii gasiteley energii</i> [Determination of conjugate depths in the presence of energy absorbers]. On Sat. works of IISS. Hydraulics and water supply issues. Moscow, 1980, No174, Pp. 54-58. (in Russian)
8	Bazarov, D., Shaazizov, F., Erjigitov, S.: Transfer of Amudarya flowing part to increase the supportability of the Uzbekistan southern regions. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 883, 012068 (2020). <a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012068">https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012068</a> .	Bazarov, D., Shaazizov, F., Erjigitov, S.: Transfer of Amudarya flowing part to increase the supportability of the Uzbekistan southern regions. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 883, 012068 (2020). <a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012068">https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012068</a> .
9	Желтовская Л.А. Кинематические характеристики потока за водосливными плотинами при поверхностном режиме сопряжения бьефов в пространственных условиях. Автореферат дисс. канд. техн. наук, ЛПИ, – Ленинград, 1991, – 16 с.	Zhelтовskaya L.A. <i>Kinematicheskiye kharakteristiki potoka za vodoslivnymi plotinami pri poverkhnostnom rezhime sopryazheniya b'yefov v prostranstvennykh usloviyakh</i> [Kinematic characteristics of the flow behind the spillway dams in the surface mode of conjugation of the basins in spatial conditions]. Abstract dis. Candidate of Engineering Sciences, LPI, Leningrad, 1991, 16 p. (in Russian)
10	Кумин Д.И. Турбулентность и гашение энергии при сопряжении бьефов. Известия ВНИИГ, 1956, т.55, – С.7-36.	Kumin D.I. <i>Turbulentnost' i gasheniye energii pri sopryazhenii b'yefov</i> [Turbulence and energy extinguishing at conjugation of piers] Izvestia VNIIG, 1956, v. 55, Pp. 7-36. (in Russian)
11	Khidirov, S., Norkulov, B., Ishankulov, Z., Nurmatov, P., Gayur, A.: Linked pools culverts facilities. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2020). <a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012004">https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012004</a> .	Khidirov, S., Norkulov, B., Ishankulov, Z., Nurmatov, P., Gayur, A.: Linked pools culverts facilities. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2020). <a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012004">https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012004</a> .
12	Латышенков А.М. Применение пирсов растекателей на водобое плотин для ликвидации сбойных явлений в нижнем бьефе. Труды гидравлической лаборатории ВОДГЕО. – Москва, 1957, вып.5.	Latyshenkov A.M. <i>Primeneniye pirsov rastekateley na vodoboye plotin dlya likvidatsii sboynykh yavleniy v nizhnem b'yefe</i> [The use of piers-spreaders on the water side of dams to eliminate malfunctioning phenomena in the downstream]. Proceedings of the VODGEO hydraulic laboratory. Moscow, 1957, issue 5. (in Russian)
13	Правдивец Ю.П. Сопряжение бьефов поверхностным режимом на многоводных реках // Энергетическое строительство. – Москва, 1978. №2.	Pravdivets YU.P. <i>Sopryazheniye b'yefov poverkhnostnym rezhimom na mnogovodnykh rekakh</i> [Conjugation of the pools by the surface regime on high-water rivers]. Energy construction. Moscow, No2, 1978. (in Russian)
14	Khidirov, S., Berdiev, M., Norkulov, B., Rakhimov, N., Raimova, I.: Management exploitation condition of Amu-Bukhara machine channel. In: E3S Web of Conferences (2019). <a href="https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705038">https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705038</a> .	Khidirov, S., Berdiev, M., Norkulov, B., Rakhimov, N., Raimova, I.: Management exploitation condition of Amu-Bukhara machine channel. In: E3S Web of Conferences (2019). <a href="https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705038">https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705038</a> .
15	Раелан Абдулкадер. Сопрягающие устройства нижнего бьефа водосбросов с носком-уступом. – Дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. – Москва, 1993. – 205 с.	Rayelan Abdulkader. <i>Sopryagayushchiye ustroystva nizhnego b'yefa vodobrosrov s noskom-ustupom</i> [Connecting devices of the downstream of spillways with a ledge-ledge]. Diss. to apply for an account. degree of Candidate of Engineering Sciences. Moscow, 1993, 205 p. (in Russian)
16	Беляшевский Н.Н. Сопряжение бьефов за водосливными плотинами с носком. – Киев: Изд-во АН УССР, 1953. – 207 с.	Belyashevskiy N.N. <i>Sopryazheniye b'yefov za vodoslivnymi plotinami s noskom</i> [Connecting the headwaters behind the weir dams with the toe]. Kiev: Publishing house of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1953, 207 p. (in Russian)
17	Беляшевский Н.Н., Пивовар Н.Г., Калантыренко Н.И. Расчеты нижнего бьефа за водосбросными сооружениями на нескальных основаниях. Киев: 1973. – 292 с.	Belyashevskiy N.N., Pivovar N.G., Kalantyrenko N.I. <i>Raschety nizhnego b'efa za vodobrosnymi sooruzheniyami na neskallynykh osnovaniyakh</i> [Calculations of the tailwater behind the spillway structures on non-rocky foundations]. Kiev: 1973, 292 p. (in Russian)
18	Krutov, A., Norkulov, B., Artikbekova, F., Nurmatov, P.: Optimal location of an intake at a reservoir prone to salt diffusion. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2020). <a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/7/072020">https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/7/072020</a> .	Krutov, A., Norkulov, B., Artikbekova, F., Nurmatov, P.: Optimal location of an intake at a reservoir prone to salt diffusion. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2020). <a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/7/072020">https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/7/072020</a> .
19	Блажеевский Р. Кинематические и энергетические характеристики потока на водобое с гасителями энергии. – Дисс. на соискание уч. степени канд. тех. наук. МГМИ. – Москва, 1978. – 122 с.	Blazheyevskiy R. <i>Kinematicheskiye i energeticheskiye kharakteristiki potoka na vodoboy s gasiteleyami energii</i> [Kinematic and energetic characteristics of the flow to the pond with energy absorbers]. Diss. to apply for an account. degree of Cand. those. sciences. MGMI, Moscow, 1978, 122 p. (in Russian)
20	Николаенко Ю.И. К расчёту плана течения в нижнем бьефе многопролётных водосливных плотин. – В сб.: Русловые процессы и гидравлика сооружений, КГУ. – Калинин, 1983. – С.39-46.	Nikolayenko YU.I. <i>K raschotu plana techeniya v nizhnem b'yefe mnogoprolotnykh vodoslivnykh plotin</i> [To the calculation of the flow plan in the downstream of multi-span spillways]. In collection: Channel processes and hydraulics of structures, KGU, Kalinin, 1983, Pp. 39-46. (in Russian)