

$$\varepsilon_{i,j} = \begin{pmatrix} -2.1875e-001 & -8.5781e+000 & -8.5781e+000 \\ -8.5781e+000 & 0 & -1.1113e+000 \\ -8.5781e+000 & -1.1113e+000 & 0 \end{pmatrix}$$

Тензор напряжений для этой точки:

$$\sigma_{i,j} = \begin{pmatrix} -2.8000e-001 & -1.7145e-017 & -6.0008e-017 \\ -1.7145e-017 & 8.3987e-033 & -1.1200e+000 \\ -6.0008e-017 & -1.1200e+000 & 0 \end{pmatrix}$$

Тензор вращения:

$$\omega_{i,j} = \begin{pmatrix} 0 & 8.5781e+000 & 8.5781e+000 \\ -8.5781e+000 & 0 & 4.0750e-003 \\ -8.5781e+000 & -4.0750e-003 & 0 \end{pmatrix}$$

Нормальные напряжения:

$$\sigma_x = -2.8000e-001 \text{ МПа}$$

$$\sigma_y = 8.3987e-033 \text{ МПа}$$

$$\sigma_z = 0$$

Касательные напряжения:

$$\tau_{xy} = \tau_{yx}, \tau_{yz} = \tau_{zy}, \tau_{xz} = \tau_{zx}$$

$$\tau_{xy} = -1.7145e-017 \text{ МПа}, \tau_{xz} = -6.0008e-017 \text{ МПа}, \tau_{yz} = -1.1200e+000 \text{ МПа}$$

Перемещение:

$$u_x = -1.1120e+001 \text{ мм}, u_y = 1.3716e-016 \text{ мм}, u_z = 6.8580e-017 \text{ мм}.$$

Выводы. В данной работе показано, что тензор деформации Коши, считающийся годным только для малых деформаций, на самом деле является полновесной характеристикой деформированного состояния при больших деформациях.

Список литературы

1. Дуйшеналиев Т.Б. О постановке и решении статической краевой задачи// Бишкек, 2001. С. 40-50.
2. А.Б. Жакыпбек, Т.Б. Дуйшеналиев. Новое воззрение на некоторые основы механики деформируемого тела. Бишкек, 1999.
3. Дьяконов В.П. MATLAB 6. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. С. 158-165.

References

1. Dyuyshenaliev T.B. On the formulation and solution of the static boundary value problem // Bishkek 2001, pp 40-50.
2. A.B. Zhakyrbek, T.B. Dyuyshenaliev. A new view on some of the basics of body mechanics. Bishkek, 1999.
3. Dyakonov V.P. MATLAB 6. Course. -SPb.: Peter, 2001. 158-165.

УДК 001.891:626/627:681.5.011(575.2-17)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТВОРА ГИДРОУЗЛА С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ЫСЫК-АТИНСКОГО БАССЕЙНА ДЕКАДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ (БДР)

Муканов Тынчтык Аскерович, магистр, старший преподаватель кафедры «Логистика», КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66,
e-mail: tynchtyk.mukanov@gmail.com

Акматов Адыл Камбарович, к.т.н., доцент кафедры «Железобетонные конструкции и гидротехническое строительство» (ЖБКиГТС), КГУСТА им.Н.Исанова, Кыргызстан, 720020, Бишкек, ул. Малдыбаева, 34,

e-mail: akmat_@rambler.ru

Логинов Геннадий Иванович, д.т.н., профессор кафедры «Гидротехническое строительство и водные ресурсы (ГТСиВР)», Кыргызско-Российский Славянский университет им.Б.Н.Ельцина, Кыргызстан, 720048, Бишкек, ул. Горького, 2,

e-mail: gts_i_vr@krsu.edu.kg

Темиркулова Дарика Темиркуловна, студент-магистрант кафедры «Железобетонные конструкции и гидротехническое строительство», КГУСТА им.Н.Исанова, Кыргызстан, 720020, Бишкек, ул. Малдыбаева, 34,

e-mail: darika.temirkulova@mail.ru

Ключевые слова: автоматизация, расход воды, гидротехнические сооружения, анализ данных, плотина, бассейн декадного регулирования, водораспределение

Цель статьи - предварительный и комплексный учет основных природных факторов (многоводность реки, режим стока, участки русел рек), технологических (водозабор, очистка воды от наносов, плавника, шуги, пропуск паводка, водорегулирование, водотранспортирование, вододеление), технических (основные градации и конструктивные элементы гидротехнических комплексов) факторов, влияющих на состав и содержание технологических ограничений; в технологическом обосновании водосбора и водораспределения на ирригационных системах предгорной зоны с использованием предложенных средств автоматизации, внедрении программного обеспечения и экономическом обосновании принятых технических решений.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF HYDROSYSTEM FLOODHATCH WITH PROGRAMME CONTROL OF ISSYK-ATINSKIY TANK OF DECADIC REGULATING PROCESS

Mukanov Tynchtyk Askerovich, MA, senior lecturer of "Logistics" department Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, KSTU named after I.Razzakov,

e-mail: tynchtyk.mukanov@gmail.com

Акматов Адыл Камбарович, Ph.D., professor of the department "Reinforced concrete structures and hydraulic engineering" KSUCTA named after N.Isanova, Kyrgyzstan, Bishkek, 720020, st. Maldybaev, 34,

e-mail: amat_@rambler.ru

Loginov Gennady I., professor of the department "Hydraulic engineering construction and water resources", Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N.Elsina, Kyrgyzstan, Bishkek, 720048, st. Gorky 2, room. 416,

e-mail: gts_i_vr@krsu.edu.kg

Temirkulova Darika Temirkulovna, master students of the department "Reinforced concrete structures and hydraulic engineering" KSUCTA named after N.Isanova, Kyrgyzstan, Bishkek, 720020, st. Maldybaev, 34,

e-mail: darika.temirkulova@mail.ru

Keywords: automation, water flow, hydraulic structures, data analysis, dam, tank of decadic regulating process, water allocation.

Purpose of the article – preliminary integral recordkeeping of basic natural factors (surplus of water, flow pattern, river beds areas), technological (intake structure, water cleaning from pumps, drift wood, sludge, flood discharge, water regulation process, water transportation, water apportioning), technical (basic gradations and structural elements of hydro technical complexes) factors on composition and content of technological limitations; in terms of technological justification of water collection and water allocation on irrigation systems of piedmont zone using proposed automation means, software implementation and economic justification of adopted technical solutions.

Введение

Кыргызстан относится к полупустынной зоне, где осадков выпадает 200-300мм в год, а испарение достигает 1200-1400мм. При этих условиях дефицит влажности может быть пополнен только за счет орошения. Орошение в республике проводится на площади 1,07 млн.га, что составляет 10% площади, занятой в сельскохозяйственном производстве. С этой площади республика получает до 90% всей продукции растениеводства и животноводства.

Вместе с тем урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых площадях остается низкой из-за нерационального использования поливной воды и несовершенства оросительных систем и их элементов. Одним из путей повышения урожайности сельскохозяйственных культур является совершенствование оросительных систем и их звеньев на базе использования возобновляемой гидравлической энергии потока воды.

Первоочередными являются водозаборные, водораспределительные и водосборные сооружения, где осуществляются основные технологические операции процесса водоподачи и водораспределения.

Автоматизация этих технологических операций позволяет оперативно обеспечивать водоподачу и рациональное использование водных ресурсов при орошении сельскохозяйственных культур.

Под автоматизацией понимают обычно полное или частичное применение устройств, приборов, приспособлений и механизмов, позволяющих осуществлять технологические процессы без непосредственного участия человека, а лишь под его контролем /5/.

Объект исследования – Ыссык-Атинский бассейн декадного регулирования (БДР) расположен на реке «Ыссык-Ата» в 300 м южнее села Сынташ Чуйской области, в 60 км юго-восточнее г. Бишкек.

Год строительства: 1979;

Тип орошения: поверхностный;

Существующая площадь орошаемых земель: 3978 га.

Существующее состояние ГТС БДР в рабочем состоянии, но требует капитального ремонта.

Назначение Ыссык-Атинского БДР: декадное регулирование стока воды с целью его полного использования на орошение, не допуская сбросов, когда расходы в источнике будут превышать пропускную способность канала и задержание влекомых наносов источника с тем, чтобы исключить истирание ж/бетонной облицовки дна Ыссык — Атинского подпитывающего канала.



Рис. 1 – Ыссык-Атинский БДР, машинный зал, нижний бьеф, верхний бьеф

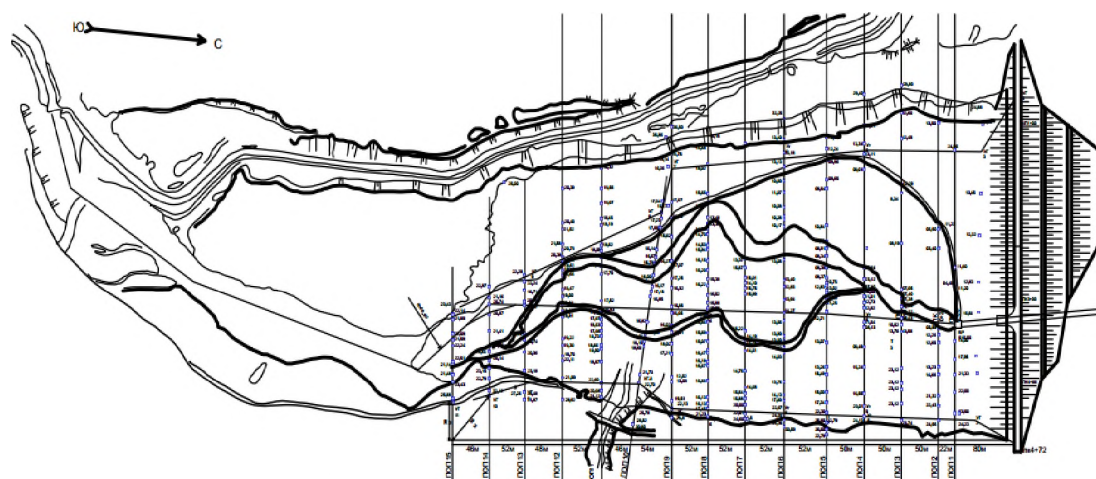


Рис. 2 – Генеральный план Ыссык-Атинского БДР

БДР имеет земляную насыпную плотину высотой 25 м, полная емкость чаши 3 млн.м³; полезный объем 2,5 млн. м³; мертвый объем 0,5 млн. м³. Длина чаши 1,17км. Максимальный расход 1% обеспеченности реки - 56 м³/сек. Руслоформирующий расход 10 % обеспеченности -36, 2 м/сек.

Река Ыссык-Ата является левым притоком реки Чу. Её длина составляет 81 км, площадь водосбора 558. Она берет начало с ледников северного склона Киргизского Ала-Тоо. В бассейне реки 4 озера, около 70

ледников /3/.

Основное питание реки Ыссык-Ата осуществляется за счет вечных снегов и ледников. На северном склоне Киргизского Ала-Тоо в верховьях реки Ыссык-Ата наблюдаются 2 ледника. Восточный Ыссык-Атинский ледник имеет длину 3,8 км, площадь 4,8. Верхняя точка на высоте 4280 м над уровнем моря, нижняя – на высоте 3800 м. Западный Ыссык-Атинский ледник имеет длину 2 км, площадь 3,6. Верхняя точка на высоте 4280 м над уровнем моря, нижняя – на высоте 3830 м.

Река по режиму относится к тьянь-шаньскому типу — наибольшие расходы воды приходятся на летние месяцы.

Твердый сток или мутность, особенно до выхода в равнины, незначителен. Средняя годовая мутность составляет 195. Зимой в отдельных случаях она доходит до 8, а летом изредка достигает 1460. Фракционный состав взвешенных наносов в половодье характеризуется наличием частиц от 0,01мм до 0,5-1,0 мм, преобладают частицы от 0,01 до 0,5 мм.

По химическому составу воды относятся к гидрокарбонатному классу со слабой минерализацией, она колеблется от 250 до 350 /4/.

Ледовые явления характеризуются образованием заберегов и шуги в период декабря - февраля. Среднее количество дней с ледовыми явлениями составляет 73 дня, максимальное 114 дней. В теплые зимы ледовые явления вообще отсутствуют.

Главной задачей эксплуатации БДР для нужд орошения является выдерживание требуемых гарантий покрытия заявок на воду. Эксплуатация производится по правилам общеоперативной и технической эксплуатации. В задачи общеоперативной эксплуатации входит решение вопросов, затрагивающих интересы бассейна реки в целом. Техническая эксплуатация БДР и его сооружений осуществляется непосредственно службой эксплуатацией БДР и включает:

- Повседневное оперативное управление техническими устройствами БДР с целью создания необходимого запаса воды и подачи ее на орошение;
- Выполнение эксплуатационных планов по наполнению и опорожнению БДР в соответствии с утвержденным графиком режима;
- Производство наблюдений, связанных непосредственно с эксплуатацией БДР;
- Надзор и контроль за состоянием сооружений, оборудования и поддержание их в рабочем состоянии;
- Разработку мероприятий по приведению в надлежащее техническое состояние сооружений и чаши БДР с указанием состава работ, сроков их выполнения и исполнителей;
- Учет воды па входе и выходе из БДР;
- Выполнение ремонтных работ (собственными силами или с привлечением специализированных организаций);
- Ведение технической документации по эксплуатации, внедрение достижений науки, техники и передового опыта;
- Паспортизацию сооружений и БДР в целом.

Режим работы Ыссык-Атинского БДР обеспечивает:

- Выдерживание требуемых гарантий покрытия заявок на воду;
- Ликвидацию перебоев в водоподаче в остро маловодные периоды;
- Нормальные условия и безопасность работы всех сооружений БДР;
- Минимальный объем заилиения и занесения с целью удлинения срока службы БДР;
- Санитарные пуски воды из БДР и поддержание в нем уровня воды;
- Минимальные объемы холостых сбросов.

Во всех случаях необходимо соблюдать следующие общие правила управления режимом БДР:

- Уровень воды в БДР в проектных условиях его водохозяйственного использования не должен превышать нормально подпертый уровень;
- Уровень воды БДР в условиях пропуска максимальных расходов не должен превышать установленный проектом форсированный уровень.

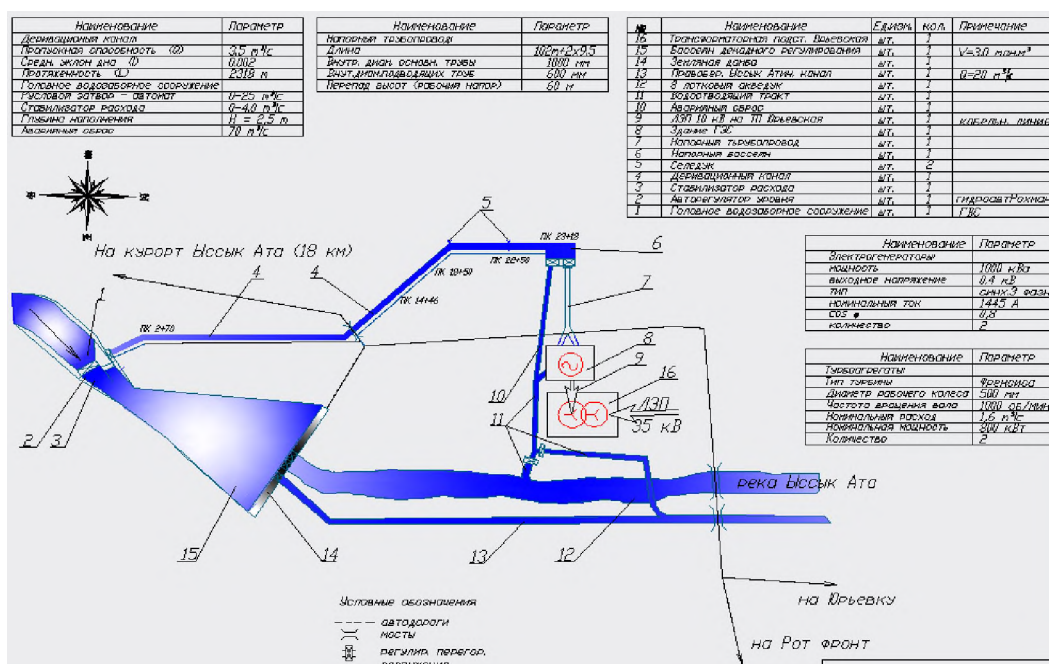


Рис. 3 – Ситуационная схема Ыссык-Атинского БДР

Автоматизации подлежат лишь эксплуатационные приемы процесса пропуска воды, причем автоматизируются только операции контроля и управления.

Общее количество технологических приемов, автоматизируемых в рамках процесса, называется объемом автоматизации. Можно автоматизировать все технологические приемы процесса, в этом случае процесс будет автоматизирован в полном объеме. Можно автоматизировать лишь часть приемов (неполный объем автоматизации). Это связано с созданием высокоэффективных средств гидравлической автоматики, совмещающих в одном устройстве выполнение нескольких функций. Так, при водоподаче из БДР и в регулирующих сооружениях в одних случаях необходимо поддерживать постоянный контроль в верхнем уровне, а в других постоянный расход воды.

Общее количество операций контроля и управления, автоматизируемых в рамках данного технологического приема, характеризует степень автоматизации. В зависимости от того, какие операции контроля и управления автоматизированы, можно выделить четыре основных степени автоматизации /5/:

- I степень — локальная (местная) автоматизация;
- II степень — комплексная автоматизация через диспетчера;
- III степень — комплексная автоматизация через диспетчера с применением ЭВМ;
- IV степень — полная автоматизация, то есть управление процессом без участия человека.

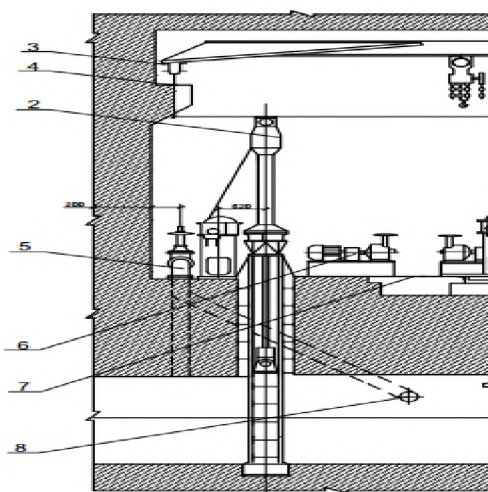


Рис. 4

Рис. 4 – Схема плоского затвора Ыссык-Атинского БДР
 2 – плоский затвор; 3 – кран мостовой; 4 – подкрановые пути; 5 – задвижка;
 6 – маслонасосный агрегат; 7 – перекрытие;

Анализ показывает: несмотря на наличие большого количества предложений по средствам автоматизации, внедрены только те, что доведены до практического использования, т.е. прошли следующую стадию опытно-конструктивной разработки и производственной апробации.

Перспективные направления развития автоматизационного процесса водозабора:

1. максимальное применение эксплуатационных приемов с укороченным управлением.
2. разработка и внедрение программного обеспечения.

Помимо этого, в условиях рыночных отношений и проведения в республике земельной реформы средства регулирования параметров потока воды должны обладать водомерными свойствами. Этим условиям в полной мере отвечают авторегуляторы уровня и расхода воды, рассматриваемые в данной работе.



Рис. 5 - Эксплуатационный и ремонтный затвор Ыссык-Атинского БДР



Рис. 6 - Гидравлический подъёмник Ыссык-Атинского БДР

Основной вопрос

Цель и задачи разработки и исследований - анализ и обзор, натурное обследование существующих видов средств автоматизации; исследование и анализ технологических приемов и принципов оптимизации работы БДР; формирование функциональных задач технологических алгоритмов управления. Функции алгоритмов управления реализуются модулями, отображающими задачи: контроля и управления, расчета технологических параметров, текущее оперативное управление, прямое цифровое управление. Этим составом задач определены данные для разработки алгоритмов управления технологическими процессами.

Исследовательская работа направлена на компьютерное управление данным гидроузлом и компьютерное регулирование речного стока без участия человека, а также увеличение пропускной способности гидроузла (Ыссык-Атинский БДР).

Для проведения эксперимента в лабораторных условиях в данный момент готовится установка с компьютерным программным управлением. Установка состоит из трех частей:

- 1-я - программная часть,
- 2-я - аппаратная часть, т.е. дополнение к лабораторной установке,
- 3-я - это система управления гидроузлом (смотрите вторую часть).

Преимуществом данной разработки является то, что ее можно использовать в разных гидроузлах разного назначения, например, для увеличения пропускной способности гидроузлов и регулирования уровня воды в ирригационных системах, гидроэлектростанциях, БДР.

Для этого мы должны опираться на:

- результаты теоретических, экспериментальных и расчётных исследований технологических процессов водосбора;
- программное обеспечение с учетом требуемого расхода воды для потребителей Ыссык-Атинского БДР.



Рис. 7 – Электрический щит -подъёмник Ыссык-Атинского БДР

Ценность и научная значимость данной работы заключается в следующем: предварительном комплексном учете основных природных факторов (многоводность реки, режим стока, участки русел рек), технологических (водозабор, очистка воды от наносов, плавника, шуги, пропуск паводка, водорегулирование, водотранспортирование, вододеление), технических (основные градации и конструктивные элементы гидротехнических комплексов) факторов на состав и содержание технологических ограничений; в технологическом обосновании водозабора и водораспределения на ирригационных системах предгорной зоны с использованием предложенных средств гидравлической автоматики, внедрении программного обеспечения и экономическом обосновании принятых технических решений.

Практическая значимость – возможность внедрения алгоритмов управления технологическими процессами в БДР и водорегулирования при разработке проблемно-ориентированного комплекса технических средств автоматизации, использование результатов работы как технологической основы проектирования автоматизации БДР и его узлов независимо от их конструктивных особенностей и схем размещения их элементов.



Рис. 8 – Пункт управления Ыссык-Атинского БДР

Управление затворами при пропуске нарастающих и максимальных паводковых расходов должно производиться с пунктов местного управления с одновременным визуальным наблюдением за сооружением и потоком в реальном времени.

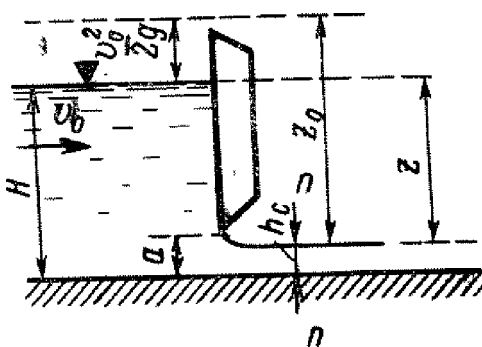
Методология исследования

Авторы провели основную часть существующего теоретического исследования, обработку и обобщение расчетных данных, составили ситуационную схему Ыссык-Атинского БДР с помощью данных Чуйского управления водного хозяйства и ОАО «Кыргызсуудолбоор».

Также авторы 21.12.2014 года совместно с научным руководителем выполнили полевой выезд для ознакомления с объектом исследования (Ыссык-Атинский БДР), провели интервью с работниками, сделали фотосъемку местности.

Остается закрепление расчетных данных нижеперечисленными действиями:

- 1) написание программного обеспечения с учетом расчетных данных для управления Ыссык-Атинским БДР;
- 2) лабораторными анализами и экспериментом.



При свободном (незатопленном) истечении расход определяется по формуле [1]:

$$Q = \varphi \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 + \varepsilon_h}} b a \sqrt{2gH} \quad (1)$$

φ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние потерь напора;

a – степень открытия затвора;

H – напор перед затвором;

ε – коэффициент вертикального сжатия;

b – ширина канала.

Учитывая специфику горных источников орошения, задачи исследований технологических процессов, связанных с их автоматизацией, разделены на две группы:

Первая – системный анализ положительного опыта и недостатков эксплуатации БДР узлов в межень, при пропуске паводков, в зимний период, определение взаимовлияния составных частей, систематизация основных контролируемых и регулируемых параметров технологического процесса, периодичность, точность и диапазон их измерения, изучение переходных процессов, связанных с манипуляцией затворами, установление параметров запоздания потока в звеньях водоприемного узла.

Вторая – содержит задачи исследований технологических режимов процесса водосбора в различных условиях гидроузла – определение функциональных связей между элементами гидроузла при осуществлении на нем основных технологических операций, разработку технологических алгоритмов управления, реализацию алгоритмов управления и разработку технологических требований к средствам и системам автоматизации [5].



Рис. 10 - лаборатория гидротехнических сооружений

Расчет зависимостей:

a/H - поправочный коэффициент, учитывающий влияние потерь напора;

ϵ - величина коэффициента сжатия струи при истечении из-под вертикального плоского затвора.

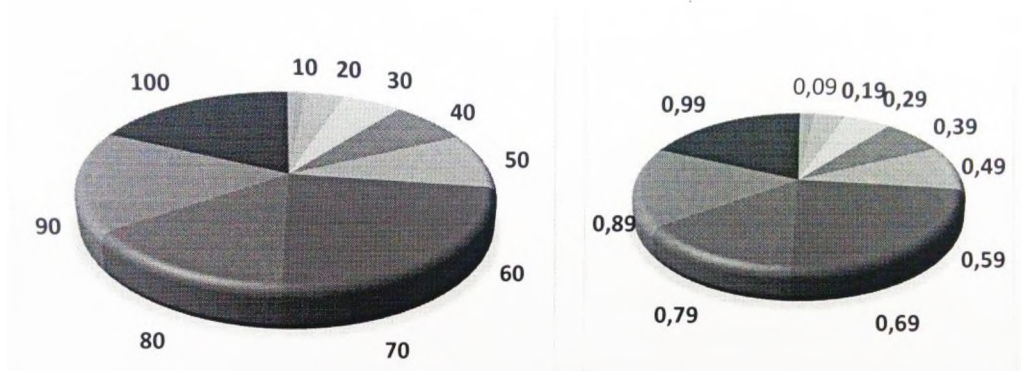
Таблица 1

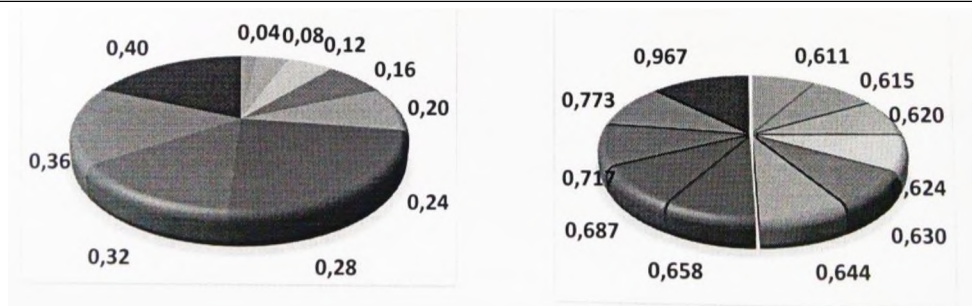
Расчет зависимостей

Шаг	a	H	a/H	ϵ
0	0,00	2,5	0,00	0,00
1	0,01	2,5	0,00	0,611
10	0,1	2,5	0,04	0,615
20	0,2	2,5	0,08	0,620
30	0,3	2,5	0,12	0,625
40	0,4	2,5	0,16	0,630
50	0,5	2,5	0,20	0,645
60	0,6	2,5	0,24	0,66
70	0,7	2,5	0,28	0,69
80	0,8	2,5	0,32	0,720
90	0,9	2,5	0,36	0,780
100	1	2,5	0,40	1

График 1

Расчет зависимостей по таблице 1





Выводы. Ыссык-Атинский БДР при реализации автоматизации III степени — комплексная через диспетчера с применением ЭВМ - увеличит свою пропускную способность.

Мы должны составить инструкцию по работе с данным программным обеспечением, и она должна быть предназначена для пользования личным эксплуатационным штатом Ыссык-Атинского БДР и отделением Чуйского государственного бассейнового управления водного хозяйства (ЧГБУБХ) в целях повышения уровня технической эксплуатации обслуживаемой части оросительной системы.

Правильная эксплуатация оросительной системы должна быть направлена на максимальное использование водных и земельных ресурсов и создание условий для коренного подъема сельского хозяйства и получения высоких и устойчивых урожаев сельхозкультур в хозяйствах — водопользователях системы.

Инструкция затвора гидроузла с компьютерным программным управлением должна быть составлена на основании материалов технического архива ЧГБУБХ, практического опыта эксплуатационного штата управления, а также технической литературы по вопросам эксплуатации оросительных систем.

В процессе эксплуатации и по мере изменения технических данных объекта инструкция должна корректироваться и дополняться.

В будущем разработанная инструкция может быть пересмотрена и уточнена в случаях:

- изменения условий регулирования стока и объема бассейна декадного регулирования;
- производства реконструкции всего комплекса гидротехнических сооружений или отдельных его частей;
- накопления достаточного эксплуатационного опыта.

Помимо этого, в условиях рыночных отношений и проведения в республике земельной реформы средства регулирования параметров потока воды должны обладать водомерными свойствами. Этим условиям в полной мере отвечают авторегуляторы уровня и расхода воды, рассматриваемые в данной работе.

Это дает возможность более рационально использовать и эффективно орошать посевные земли ниже по течению реки Ыссык-Ата.

Список литературы

1. Под редакцией Киселева П.Г. Издание четвертое, переработанное и дополненное. Справочник по гидравлическим расчетам/ Москва: «Энергия», 1972г. стр. 53-54
2. Проектная документация ПКТИ «Водоавтоматика и метрология».
3. Лавров Н.П. и др. «Модель водозаборного сооружения деривационной ГЭС на реке Ыссык-Ата» / Вестник КРСУ, Том 3, 12. – Бишкек 2003. 87-93 стр.
4. Рабочий проект «Восстановление, реконструкция и модернизация малой ГЭС Иссык - Ата», ОАО «Строительная фирма ARK», Бишкек, 2003г.
5. Вавилов А.С., Захаров В.П., Ушаков А.П. Эксплуатация гидротехнических сооружений Средней Азии в зимних условиях. -Ташкент: Госиздат
6. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/NPD_Kyrgyzstan/Chu_basin_water_infrastructure_2014.pdf

References

1. Edited by Kiseleva P.G. Fourth edition revised and added. Spravochnik po gidravlicheskim raschetam [Guide on hydraulic calculations] / Moscow: "Energia", 1972 year. p. 53-54
2. Project documentation PKTI Proektnaya dokumentatsya PKTI "Vodoavtomatika i metrologiya" ["Water automation and metrology"].
3. Lavrov N.P. and others Model vodozabornogo soorujenya derivasionnoi GES ["Model of intake structure of diversion hydro power plant on Issyk-Ata river"] / KRSU Bulletin, Vol. 3, 12 – Bishkek 2003. p. 87-93
4. Rabochii proekt "Vostanovlenye, rekonsruksya I modernizatsya maloi GES Issyk-Ata" [Working project "Rehabilitation, reconstruction and modernization of Issyk-Ata mini hydro power plant"], OJSC Construction company "ARK", Bishkek, 2003 year.
5. Vavilov A.S., Zaharov V.P., Ushakov A.P. Expluotatsya gidrotehnicheskikh soorujenii Srednei Azii v zimnih uslovyah [Exploitation of hydro technical structures in Central Asia during winter.] -Tashkent: State Edition
6. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/NPD_Kyrgyzstan/Chu_basin_water_infrastructure_2014.pdf