

УДК 556.155:556.161:556.166.2:627.81

Алиева А.А.

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан
depart7@iit.ab.az

КОНЦЕПЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ БАССЕЙНА РЕКИ

В статье рассматривается концептуальная модель системы управления водными ресурсами бассейна реки, обеспечивающая целостность информационного обеспечения. Концептуальная модель обеспечивает учет всех факторов, влияющих на водный баланс речного бассейна. В качестве основного инструмента для рационального управления водными ресурсами бассейна реки принято водохранилище.

Ключевые слова: водохранилище, рациональное управление водными ресурсами, концептуальная модель, наводки, наводнения, речной бассейн.

Введение

Известно, что человечество с древних времен борется с аномальными природными явлениями (катастрофами) с помощью имеющихся у него средств. Такими катастрофами являются тропические штормы, землетрясения, извержения вулканов, цунами, оползни, сели, наводнения, тайфуны, засуха и др. Статистика, проведенная за период 1965–1999 гг., показывает, что к наиболее распространенным среди перечисленных катастроф можно отнести тропические штормы, землетрясения, наводнения и засухи, которые составляют соответственно 34, 32, 13 и 9% от общего числа катастроф, при этом суммарная доля наводнений и засух составляет 41%. А на остальные виды приходится всего 12% [1].

Всемирная конференция по природным катастрофам, состоявшаяся в мае 1994 г. в Иокогаме (Япония), приняла декларацию, отмечено, что борьба за уменьшение ущербов от природных катастроф должна быть важным элементом государственной стратегии всех стран в достижении устойчивого развития [2]. Конференция обратилась ко всем странам с призывом перейти на новую стратегию борьбы с природными катастрофами, основанную на прогнозировании и предупреждении.

До недавнего времени усилия многих стран по уменьшению опасности стихийных бедствий были направлены на ликвидацию последствий природных явлений, оказание помощи пострадавшим, организацию спасательных работ, предоставление материальных, технических и медицинских услуг, поставку продуктов питания и т.д. [3]. Однако необратимый рост числа катастрофических событий и связанного с ними ущерба делают эти усилия все менее эффективными и выдвигают в качестве приоритетной новую задачу: прогнозирование и предупреждение природных катастроф. За основу новой концепции необходимо взять «глобальную культуру предупреждения», основанную на научном прогнозировании грядущих катастроф. «Лучше предупредить стихийное бедствие, чем устранять его последствия» – так записано в итоговом документе Иокогамской конференции. Международный опыт показывает, что затраты на прогнозирование

и обеспечение готовности к природным событиям чрезвычайного характера примерно до 15 раз меньше по сравнению с предотвращенным ущербом [4].

Для Азербайджанской Республики проблемы борьбы с засухами и наводнениями являются актуальными, т.к. летние сезоны сопровождаются засухами, а весенние и осенние сезоны – наводнениями. Главной рекой Южного Кавказа является р.Кура, бассейн которой охватывает Армению полностью, а Азербайджан (79,8%) и Грузию (52,4%) – частично (рис.1).



Рис.1. Карта бассейна р.Кура

Верхнее течение Куры от границы с Грузией в настоящее время зарегулировано Шамкирским и Еникендским водохранилищами. В среднем течении водами рек Кура, Иори и Алазани образовано Мингячевирское водохранилище (объемом 15730 млн. м³ и поверхностью 605 км², высота плотины – 77 м).

Следует отметить, что сильная пересеченность рельефа местности усиливает разрушающую силу наводнений и селей. Рельеф местности Азербайджанской Республики характеризуется сильной пересеченностью с севера и с юга и наличием равнинных областей. Следовательно, бассейн реки Кура относится к селеопасной зоне. Для борьбы с наводнением, как правило, на реках строятся каскад водохранилищ, например, на реке Кура их 4, а самое большое из них – Мингячевирское. Известно, что одним из главных назначений водохранилищ в речном русле является регулирование уровня воды в реке во время паводков.

Существует ряд принципов, на основании которых разрабатываются системы управления водными ресурсами. Одной из них является система Интегрированного Управления Водными Ресурсами (ИУВР). Главная цель принципа ИУВР –

устойчивое, стабильное, справедливое и равноправное обеспечение водными ресурсами нужд водопользователей и природы [5–7]. Системы, созданные по принципам ИУВР, призваны решать также проблемы, связанные с трансграничностью рек [8]. Другим принципом является Комплексность Управления Водными Ресурсами [9], который предусматривает учет различных аспектов для предотвращения паводковых ситуаций, например, охрана лесных массивов на склонах горного рельефа земной поверхности, очищение от осадков дельты реки и т.д.

Существуют также модели оптимального управления водными ресурсами, где основным критерием оптимальности может являться выработка максимальной электроэнергии [10] или уменьшение мощности паводков [11].

Известны также системы рационального использования водных ресурсов [12, 13], наиболее совершенная из них, по нашему мнению, предложена в [12], где инструментом, обеспечивающим рациональное использование водных ресурсов водохранилищ, служат правила управления, подразделяющиеся на *диспетчерские* и правила *оперативного* управления. *Диспетчерские правила* позволяют осуществлять управление функционированием водохранилищ в условиях неопределенности гидрологической информации при недостаточной заблаговременности и точности прогнозов. *Оперативное управление* осуществляется для достижения большего эффекта управления при наличии краткосрочного гидрологического прогноза.

Основными документами, на основании которых ведется управление водным режимом, являются правила использования водных ресурсов изолированного водохранилища, а также аналогичные правила для системы или каскада водохранилищ, водохозяйственной системы (ВХС) в целом. Они регламентируют условия наполнения и сработки водохранилищ, объемы и расходы водоотдачи в зависимости от имеющихся запасов воды, порядок пропуска половодий и паводков, пропуски в нижние бьефы гидроузлов и т. д. Перевод гидроузлов на режим, не предусмотренный правилами в условиях нормальной эксплуатации, допускается только при возникновении чрезвычайных обстоятельств, требующих принятия экстренных мер [12].

Диспетчерские правила управления водохранилищами предназначены для следования компромиссу между всеми противоречивыми условиями водопотребления, водопользования и окружающей среды. Основу выработки этих правил составляют данные многолетних наблюдений за речным стоком и их детальный статистический анализ. В отличие от вероятностного стока объемы и режимы водопотребления чаще всего имеют детерминированный характер и лишь в отдельных случаях связаны с природными стохастическими явлениями, как, например, ирригационное водопотребление. Управление водохранилищами по диспетчерским правилам осуществляется на основе наблюдений за текущим состоянием всех элементов ВХС. Поэтому эксплуатация водохранилищ по этим правилам связана с мониторингом уровней и объемов водохранилищ, а также участков русел рек. Развитая система мониторинга и компьютеризация управления позволяют предлагать более совершенные диспетчерские правила, точнее отслеживать условия формирования и прохождения стока, смягчать нежелательные последствия дисбаланса между точностью и сбросными расходами водохранилищ.

По причине чрезвычайной актуальности и важности международные организации также выделяют огромные финансовые средства для решения проблемы управления водными ресурсами [8, 9, 14].

Для решения проблемы управления водными ресурсами в Азербайджанской Республике создана нормативно-правовая база – в 1997 году введен в действие Водный кодекс Азербайджанской Республики [15].

Однако рассмотренные системы вместе с достоинствами имеют общие недостатки. Рассмотренные системы не имеют модели для прогноза количества поступающей в реку, а впоследствии в водохранилище воды, что позволило бы прогнозировать оптимальный уровень воды в водохранилище с учетом потребностей водопользователей, предотвращения наводнений, выработки электроэнергии и т.д.

Цель исследований и постановка задачи

Целью настоящих исследований является разработка концептуальной модели системы управления водными ресурсами бассейна реки, обеспечивающая целостность информационного обеспечения. Концептуальная модель должна обеспечивать учет всех факторов, влияющих на водный баланс речного бассейна. Водоохранилище принято в качестве основного инструмента для рационального управления водными ресурсами бассейна реки. Аккумулирующие свойства водохранилищ могут позволить оптимальное регулирование уровня воды в речном русле посредством управления уровнем воды в самом водохранилище. Учитывая наводнения (преимущественно весной), приносящие колоссальный ущерб окружающей среде и инфраструктуре, трудно переоценить значение оптимального управления уровнем воды в водохранилищах. Управление водными ресурсами водохранилищ представляет собой неотъемлемый атрибут регулирования речного стока. Рационализация управления водохранилищами приносит ощутимый дополнительный эффект, иногда сравнимый с эффектом от строительства новых или реконструкции существующих водохранилищ. При этом относительная эффективность применения усовершенствованных правил управления почти всегда выше аналогичного показателя нового строительства и реконструкции благодаря низким затратам на разработку и быстрому внедрению таких правил. Применение математических моделей и компьютерных технологий обеспечивает совершенствование правил управления водохранилищами при единообразном подходе к их составлению с учетом специфики водных объектов.

Многие проблемы эксплуатации водохранилищ связаны с их функционированием в экстремальных условиях, т. е. с выработкой правил использования запасов воды в маловодные периоды и с пропуском высоких вод в периоды паводков/половодий. Охватить в задачах управления водохранилищами и формализовать все детали эксплуатации водохранилищ не только невозможно, но и нецелесообразно из системных соображений. При прогнозе высокого половодья должна предусматриваться максимально допустимая сработка водохранилища для увеличения его противопаводкового эффекта.

Разработка концептуальной модели

Концептуальную модель системы рационального управления водными ресурсами и защиты от селевых потоков и наводнений, а также для выработки электроэнергии условно можно разделить на следующие составные части, которые изображены на функциональной схеме модели (рис.2). Настоящие исследования предусматривают разработку компьютерной модели системы рационального управления водными ресурсами с целью минимизации причиненного ущерба от наводнений и селевых потоков, аккумуляцию достаточного количества воды в водохранилище для орошения в жаркое время года и выработки максимального количества электроэнергии.

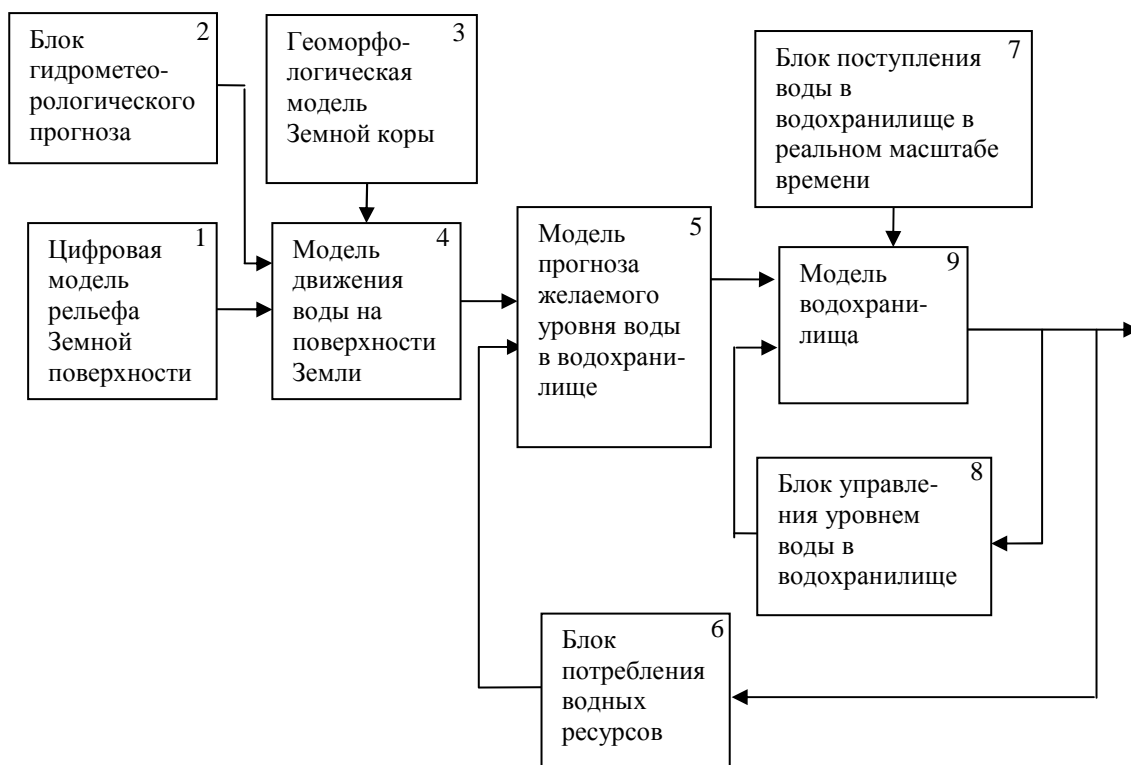


Рис.2. Функциональная схема концептуальной модели системы рационального управления водными ресурсами

Блок 1 представляет собой цифровую модель рельефа (ЦМР) земной поверхности речного бассейна, которая позволит определить форму и угол наклона склонов, что необходимо для определения направления и мощности движения дождевых осадков на земной поверхности.

Блок 2 обеспечивает гидрометеорологический прогноз погодных условий (информация об атмосферных осадках, температуре и ветре) на территории речного бассейна в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном плане.

Блок 3 представляет собой геоморфологическую модель земной коры, которая позволяет оценивать плотность и вязкость поверхностных вод в зависимости от состава грунта и свойства впитывания грунтом влаги.

Блок 4 реализует модель движения воды на поверхности Земли и осуществляется с учетом цифровой карты рельефа, гидрометеорологического прогноза погодных условий и геоморфологической модели коры земной поверхности речного бассейна. Назначение блока 4 заключается в моделировании поступления прогнозируемого количества воды в водохранилище в реальном масштабе времени.

Блок 5 производит расчет желаемого уровня воды в водохранилище с учетом предполагаемого и текущего поступления в водохранилище воды, а также потребления водных ресурсов.

Блок 6 представляет собой модель потребления водных ресурсов для орошения и выработки электроэнергии с учетом недопущения наводнения на нижнем бьефе водохранилища.

Блок 7 является моделью фактического поступления воды в водохранилище в реальном масштабе времени.

Блок 8 осуществляет рациональное управление уровнем воды в водохранилище. Суть управления состоит в выдерживании желаемого уровня воды в водохранилище. Оптимальное управление достигается отслеживанием желаемого уровня воды. Желаемый уровень воды в водохранилище является многокритериальным функционалом, который оптимизируется в блоке 5.

Блок 9 представляет собой модель водохранилища. Объем водных ресурсов в водохранилище может вычисляться по шкале уровнемера или по площади зеркала водохранилища.

Предложенная концептуальная модель учитывает основные факторы, влияющие на водный баланс бассейна реки в комплексе.

Заключение

- 1 Предложена концептуальная модель системы управления водными ресурсами водохранилищ, обеспечивающая информационную целостность.
- 2 По причине того, что каждый регион имеет свою специфику по рельефу земной поверхности и бассейн каждой реки имеет свой климатический режим (наличие ледников и снежного покрова в горах и нехватка воды в летние сезоны), целесообразно учитывать эти факторы при разработке системы рационального управления водными ресурсами речного бассейна.
- 3 С целью выработки универсального способа оценки процесса наводнения необходима разработка его модели с учетом цифровой карты рельефа местности, геоморфологических свойств земной поверхности, динамики движения поверхностных (континентальных) вод и гидрометеорологического прогноза.
- 4 Выбранная концепция имеет следующие преимущества:
 - учитывает основные факторы, характеризующие процесс наводнения;
 - обеспечивает прогнозирование количества и интенсивность поступающей в водохранилище воды;
 - прогнозирует желаемый уровень воды в водохранилище с достаточным запасом времени для высвобождения необходимого объема водохранилища в on-line режиме;

- предоставляет возможность управления уровнем воды в водохранилище и визуализации процесса наводнения с использованием GIS-технологий [16, 17].
- 5 Эффективность от внедрения предложенного проекта для управления водными ресурсами при наличии каскада водохранилищ на реке может значительно повыситься.

Литература

1. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века, Вестник Российской Академии Наук, том 71, №4, стр. 291–302, 2001.
<http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/VRAN/CATA/CATA.HTM>
2. Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World. Guidelines for Natural Disaster Prevention, Preparedness and Mitigation. World Conference on Natural Disaster Reduction. Yokohama, Japan, 23–27 May, 1994. United Nations, New York and Geneva, 1995.
3. Шойгу С.К., Воробьев Ю.Л., Владимиров В.А. Катастрофы и государство. М.: Энергоатомиздат, 1997, стр.239–243.
4. Демин А.П. Тенденции использования водных ресурсов в бассейне Куры. Институт водных проблем РАН. Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе. Труды международной научной конференции, Москва, 19–20 октября 2006 г.
5. Казибеков Н. Краткая оценка процесса интегрированного управления водными ресурсами по Азербайджанской Республике. Проект «Реализация принципов интегрированного управления водными ресурсами в странах Центральной Азии и Кавказа», 2004, с.128. www.cawater-info.net/library/rus/gwp/iwrm2004_r.pdf
6. Реализация принципов интегрированного управления водными ресурсами в странах Центральной Азии и Кавказа, 2004 г. Global Partnership Central Asia and Caucasus, 128 стр.
http://www.cawater-info.net/library/rus/gwp/iwrm2004_r.pdf
7. Казибеков Н. Интегрированное управление водными ресурсами в Азербайджане, с.7.
<http://www.cawater-info.net/library/rus/almaty2004/kazibekov.pdf>
8. Сотрудничество по трансграничным водам: Тенденции в новых независимых государствах, СЕ/МР.ВАТ/16, Европейская экономическая комиссия. Серия публикаций по водным проблемам №4, Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк и Женева, 2006 г., с.125.
http://www.unecce.org/env/water/publications/documents/waterseries4_r.pdf
9. Совместная программа по управлению реками. Бассейн реки Кура. Проект, финансируемый Европейской комиссией в рамках Межгосударственной программы ТАСИС 1999 г., пилотный проект по мониторингу и оценке качества трансграничных вод в целях реализации положений международных правовых актов, итоговый отчет, февраль 2004 г., с.134
<http://www.jointrivers.org/files/final/rus/Vol3.pdf>
10. Козицын А.С. Об оптимальном управлении уровнем воды в водохранилище. Труды XIII Байкальской международной школы-семинара по методам

оптимизации и их приложениям. Том 5. Иркутск–Северобайкальск, 2–8 июля 2005 г., стр.167–172.

<http://www.sbras.ru/interval/Conferences/Baikal-2005>

11. Иваньо Я.М. О некоторых частных задачах модели управления водными ресурсами в период паводков. Труды XIII Байкальской международной школы-семинара по методам оптимизации и их приложениям. Том 5. Иркутск–Северобайкальск, 2–8 июля 2005 г. стр.149–156.
<http://www.sbras.ru/interval/Conferences/Baikal-2005>
12. Пряжинская В.Г., Ярошевский Д.М., Левит-Гуревич Л.К. Компьютерное моделирование в управлении водными ресурсами. М.: Физматлит, 2002. – 494 с.
13. Косолапов А.Е. Совершенствование процесса управления водными ресурсами бассейна реки на основе автоматизированных информационно-советующих систем: Автореф. дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук. Екатеринбург, 1996, 50 с.
14. Совместная программа по управлению реками. Бассейн реки Кура. Приложения, проект, финансируемый Европейской комиссией в рамках Межгосударственной программы TACIS 1999 г., пилотный проект по мониторингу и оценке качества трансграничных вод в целях реализации положений международных правовых актов, итоговый отчет, февраль 2004 г., с.184. <http://www.jointrivers.org/files/final/rus/Vol4a.pdf>
15. Водный кодекс Азербайджанской Республики, Закон Азербайджанской Республики, г.Баку, 26.12.1997 г., №418-ІГ.
stracker.bos.ru/codes/watercode.doc
16. Оруджов Г.Г., Алиева А.А., Панахов Н.А. О некоторых особенностях цифровой обработки растровых изображений. Международная конференция «Информационные системы и технологии», Россия, Новосибирск, НГТУ, 22–25 апреля 2003 года.
17. Алгулиев Р.М., Оруджов Г.Г., Панахов Н.А., Алиева А.А. Мониторинг на базе ГИС-технологий для защиты от селевых потоков и наводнений. Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции «Теоретические и практические вопросы современных информационных технологий», часть I, 25–31 июля 2005, Россия, Улан-Удэ.

UOT 556.155:556.161:556.166.2:627.81

Əliyeva A.Ə.

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
depart7@iit.ab.az

Çayın su ehtiyatlarının səmərəli idarə olunması konsepsiyası

Məqalədə çay hövzəsinin su ehtiyatlarının idarə olunması sisteminin informasiya təminatının tamlığını təmin edən konseptual modeli araşdırılmışdır. Konseptual model çay hövzəsinin su balansına təsir göstərən bütün amillərin nəzərə alınmasını təmin edir. Çay hövzəsinin su ehtiyatlarının səmərəli idarə olunması üçün əsas alət kimi su anbarı qəbul olunmuşdur.

Açar sözlər: su anbarı, su ehtiyatlarının səmərəli idarə olunması, konseptual model, daşqınlar, subasma, çayın su hövzəsi.

Aliyeva A.A.

Institute of Information Technology ANAS, Baku, Azerbaijan
depart7@iit.ab.az

The concept of rational management of water resources of a river basin

In the article the conceptual model of management system of water resources of the river basin, providing integrity of information supply is researched. The conceptual model provides the account of all factors influencing water balance of the river pool. The water basin is accepted as the basic tool for rational water resource management of a river basin.

Key words: water basin, rational water resources management, conceptual model, high waters, flooding, river pool.