

Е. М. ПУЗИКОВ, М. В. ДОЛБЕШКИН, Р. Д. ПОВЕТКИН, К. К. КАРЖАУБАЕВ.

(Институт географии МОН РК, г. Алматы)

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОГНОЗНЫХ СЦЕНАРИЕВ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА

Аннотация. С возрастанием объема данных для обработки гидрологической информации, являющейся основой для математического моделирования, а также усложнением характера связи между ними, возникает необходимость применения принципиально нового подхода к организации данных, обусловленной быстрым развитием технологий и увеличением объема данных. Для оценки гидрологического риска речных систем Казахстана создана программная реализация математической модели с системой хранения данных (базы данных), представляющая собой проблемно ориентированную информационно-справочную систему коллективного пользования.

Ключевые слова: база данных, водные ресурсы, гидрологический риск, математическая модель, речные системы.

Тірек сөздер: деректер базасы, су ресурстары, гидрологиялық тәуекел, математикалық ұлғі, өзен жүйелері.

Keywords: database, water resources, hydrological risk, mathematical model, river systems,

Предложенный программный комплекс (ПК) является функционально заключенным фрагментом (модулем) имитационной модели долгосрочного развития Национального водохозяйственного комплекса Республики Казахстан (НВХК). ПК предназначен для оценки комплекса прогнозных сценариев водообеспечения Республики Казахстан по системе критериев водной безопасности, включающей применение в мировой практике индикаторов водообеспеченности населения и территории, показатели антропогенной нагрузки на водно-ресурсные системы, а также разработанные в Институте географии критерии «гидрологического риска» учитывающие фактор неопределенности в оценках, ожидаемых в перспективе водных ресурсов [1, 2].

Критерии водной безопасности являются необходимыми, но недостаточными для принятия решений по выбору сценариев развития НВХК. Модельная архитектура имитационной модели дает возможность обновления (замены) оценочного модуля без изменения модели в целом.

Методика оценки сценариев водообеспеченности природно-хозяйственных систем (ПХС) по критериям гидрологического риска основана на сопоставлении располагаемых водных ресурсов (возобновляемых ресурсов речного стока) и спроса на воду (населения, природы и хозяйства) с выявлением дефицитов и избытков речного стока в разрезе речных бассейнов на расчетные уровни развития экономики [3, 4]. Ресурсы речного стока слагаются из местного стока, формирующегося

на территории Казахстана и трансграничного стока, поступающего из сопредельных стран. Фактор неопределенности в методике учитывается заданием располагаемых суммарных ресурсов речного стока в виде кривых обеспеченности годового стока, полученных на основе теоретических функций распределения вероятностей, либо путем обработки фактических гидрологических рядов.

Спрос на воду природно-хозяйственных систем на расчетные уровни развития слагается из экологического и хозяйственного спроса на воду в виде планируемых годовых объемов водопотребления.

На рисунке 1 показана принципиальная схема к определению гидрологического риска в природно-хозяйственной системе (R) с выделением водохозяйственной (R_x) и гидрологической (R_ϑ) составляющих.

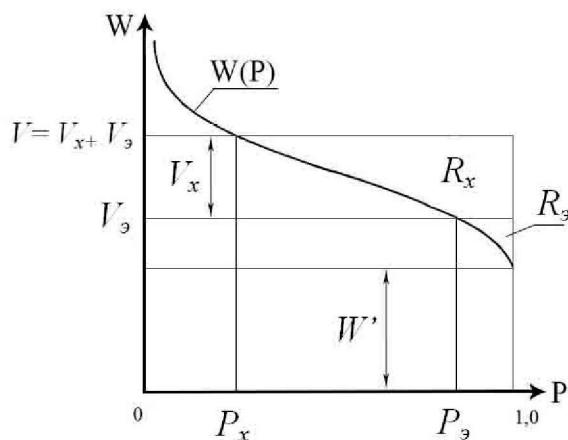


Рисунок 1 – Схема определения критериев гидрологического риска

$$R_x = \frac{1}{V_x} \int_{P_x}^{P_\vartheta} (V - W(p)) dp; \quad (1)$$

$$R_\vartheta = \frac{1}{V_\vartheta} \int_{P_\vartheta}^{1.0} (V_\vartheta - W(p)) dp, \quad (2)$$

где $W(p)$ – кривая обеспеченности располагаемых объемов годового стока; V – суммарный спрос на воду природно-хозяйственных систем; V_x и V_ϑ – соответственно водохозяйственный и экологический спрос на воду; P_x и P_ϑ – надежность водообеспечения соответственно хозяйственного и экологического компонентов (вероятность по относительному числу бесперебойных лет).

Значение критериев водохозяйственного и гидроэкологического рисков определяются как математические ожидания относительных дефицитов воды соответственно хозяйственного и экологического компонента природно-хозяйственной системы.

Полученные значения «рисков» являются водоресурсной основой последующего определения хозяйственных и экологических «потерь» в природно-хозяйственной системе и при дефиците водных ресурсов, необходимых для обоснования превентивных мероприятий.

Разработанное программно-математическое обеспечение реализовано на языке программирования C#. В качестве системы построения графического интерфейса использовалась унифицированная модель программирования для визуального представления данных WPF [5], которая позволяет создавать прикладные приложения с интуитивно-понятным интерфейсом с широким кругом возможностей, в том числе взаимодействие с различными базами данных.

Хранение данных осуществляется посредством СУБД (система управления базами данных) SQL Server Compact, Microsoft SQL Server 2012, MySQL, Oracle, MariaDB. Для оптимизации ввода данных реализована система ввода посредством загрузки информации из файла, позволяющая импортировать в систему большие объемы информации (сценарии, информация о речных системах и тд.). Поддерживаются распространенные форматы файлов с расширяемым языком разметки: xml, xls,xlsx. С данными типами расширения работают практически все стандартные офисные пакеты.

Таким образом, для ввода данных файл должен иметь определенную фиксированную структуру. Также программа содержит необходимый набор инструментов по работе с базой данных, расположенной на локальном компьютере. Используя элементы управления программы можно осуществлять ввод и редактирование данных. Предусмотрен экспорт полученных таблиц, графиков и рисунков в изображения и файлы распространенных форматов.

Визуализация карты на основании полученных данных производилась с помощью разработанного модуля, который позволяет отображать выбранный shape-файл с учетом полученных программой расчетов на основе исходных данных и параметров. Двумерные графики визуализируются с использованием библиотеки Microsoft Data Visualization Toolkit.

Интуитивно понятный интерфейс оформлен тремя языковыми пакетами: государственный, английский и русский. Это обеспечивает удобство работы с текстовыми и табличными данными. Пример интерфейса представлен на рисунках 1 и 2. Данные отображаются в виде редактируемых таблиц, после изменения которых, производится пересчет полученных данных, а также их визуализация (рисунок 2, 3).

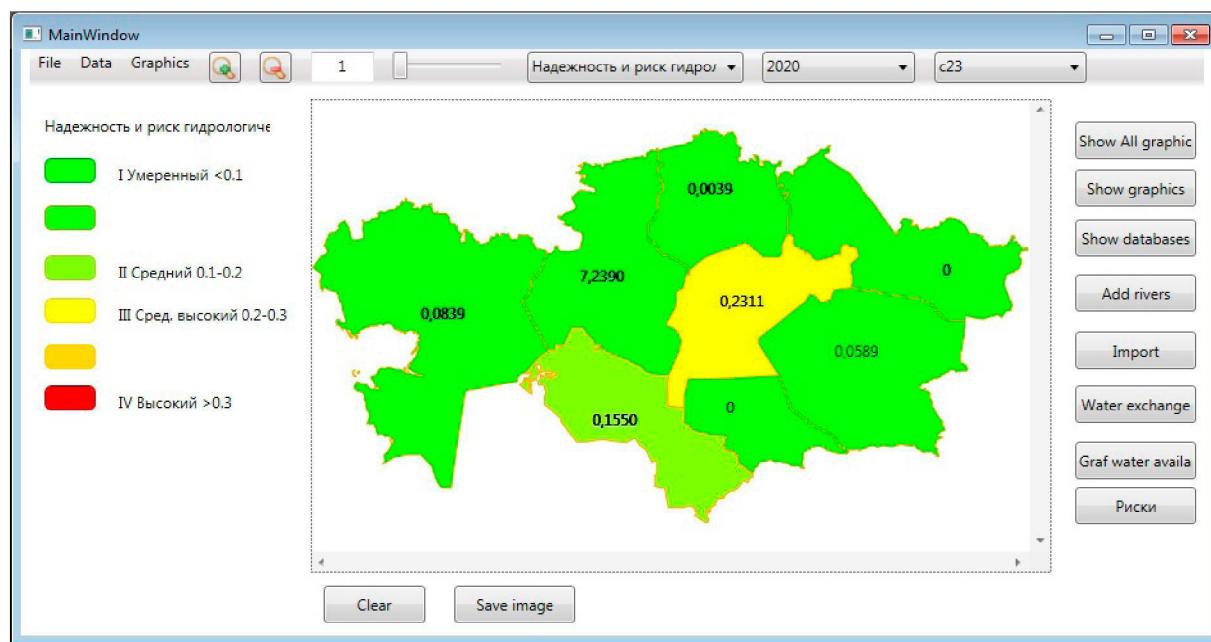


Рисунок 2 – Основное окно программы, пример отображения результатов на карте РК

Надеж. и риск гидрологические		Надеж. и риск водохозяйственные		Надеж. и риск гидрологические																
		Q ₉₅ <=Q ₃ <=Q ₅₀		q ₅₀ <=Q ₃ <=q ₅																
		Q ₉₅ <=Q ₃ <=Q ₅₀	q ₅₀ <=Q ₃ <=q ₅	Q ₉₅ <=Q ₃ <=Q ₅	q ₅₀ <=Q ₃ <=q ₅															
Название ПХС	Норма	q ₅	q ₅₀	q ₉₅	Q ₃	Q _{сум}	Q ₉₅ <=Q ₃ <=Q ₅₀	R ₃	q ₉₅ <=Q ₃ <=q ₅₀	R ₃	R ₃	q ₅₀ <=Q ₃ <=q ₅	R ₃	Q _{3>q5}	R _{3=0.05}	R ₃₌₁	Year	Scenario		
Арало-Сырдар	13.40	18.15	13.21	9.31	9.20	15.03	1	0.95	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	2020	1	
Арало-Сырдар	10.60	14.36	10.45	7.36	9.20	14.45	0	0.00	-1.00	1	0.68	0.03	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2030	1
Арало-Сырдар	15.10	20.45	14.89	10.49	9.20	15.03	1	0.95	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2020	2
Арало-Сырдар	14.50	19.64	14.30	10.07	9.20	14.45	1	0.95	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2030	2
Арало-Сырдар	13.40	18.15	13.21	9.31	9.20	15.93	1	0.95	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2020	3
Арало-Сырдар	10.60	14.36	10.45	7.36	9.20	17.10	0	0.00	-1.00	1	0.68	0.03	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2030	3
Балкаш-Алако	27.80	37.65	27.41	19.31	22.30	24.52	0	0.00	-1.00	1	0.78	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2009	1
Балкаш-Алако	27.80	37.65	27.41	19.31	22.30	24.52	0	0.00	-1.00	1	0.78	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2009	2
Балкаш-Алако	27.80	37.65	27.41	19.31	22.30	24.52	0	0.00	-1.00	1	0.78	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2009	3
Балкаш-Алако	22.60	30.61	22.29	15.70	22.30	24.52	0	0.00	-1.00	0	0.00	0.00	1	0.50	0.07	0	0.00	0.00	2020	1

Рисунок 3 – Окно редактирования и отображения данных в табличном виде

Производимые расчеты позволяют отображать графики следующих критериев водной безопасности: удельная, реальная удельная водообеспеченность, степень водообеспеченности, гидрологическая надежность и риски гидрологические, гидроэкологические и водохозяйственные, с учетом разработанных сценариев на расчетные периоды, такие как современный этап, ближайшая и отдаленная перспектива (рисунок 3).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Критерии экологической безопасности бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана // Терра. – Алматы, 2006. – № 1. – С. 106-112.
- 2 Пузиков Е.М., Долбешкин М.В., Каржаубаев К.К. Программный комплекс по оценке гидрологического риска речных систем РК // Вестник Академии наук Казахстана. – 2013. – № 3.
- 3 Мальковский И.М. Географические основы водообеспечения природно-хозяйственных систем Казахстана. – Алматы, 2008. – 204 с.
- 4 Толеубаева Л.С. Водообеспеченность Республики Казахстан: состояние и перспективы / Водные ресурсы Казахстана: Оценка, прогноз, управление (30-ти томная монография). – Алматы, 2012. – 238 с.
- 5 [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130(v=vs.110).aspx)

REFERENCES

- 1 Malkovskij I.M., Toleubaeva L.S. Kriterii ekologicheskoy bezopasnosti bassejnovyx prirodno-xozyajstvennyx sistem Kazaxstana. Terra. Almaty, 2006. N 1. S. 106-112.
- 2 Puzikov E.M., Dolbeshkin M.V., Karzhaubaev K.K. Programmnyj kompleks po ocenke gidrologicheskogo riska rechnyx sistem RK. Vestnik Akademii nauk Kazaxstana. 2013. N 3.
- 3 Malkovskij I.M. Geograficheskie osnovy vodoobespecheniya prirodno-xozyajstvennyx sistem Kazaxstana. Almaty, 2008. – 204 s.
- 4 Toleubaeva L.S. Vodoobespechenost Respubliki Kazaxstan: Sostoyanie i perspektivy. Vodnye resursy Kazaxstana: Ocenka, prognoz, upravlenie (30-ti tomnaya monografiya). Almaty, 2012. 238 s.
- 5 [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms754130(v=vs.110).aspx)

Резюме

E. M. Пузиков, M. V. Долбешкин, R. D. Поветкин, K. K. Каржаубаев

(КР БФМ География институты, Алматы к.)

ҚАЗАҚСТАНДЫ СҮМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ – ТАБИГИ-ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮЙЕСІН БОЛЖАУДЫ БАҒАЛАУ ҮШІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕН

Математикалық үлгілеуге негіз болып келетін, гидрологиялық ақпаратты мағлұматтардың өсуіне байланысты өндөлініп, сонымен қатар мәліметтерді (ұйымдастыру) жинақтау үшін, бір-бірінің арасындағы байланыс қатынасының күрделену тәсілі қолданылды. Қазақстан өзендер жүйелерінің гидрологиялық тәуекелін бағалау үшін, мағлұматтарды сактау жүйесі (мәліметтер жинағы) бар бағдарламалық түрғыда жүзеге асырылатын математикалық үлгі құрылды. Бұл күрделі ақпараттық-анықтамалық бағдарлау мәселесінің ұжымдық колдану жүйесін көрсетеді.

Тірек сөздер: деректер базасы, су ресурстары, гидрологиялық тәуекел, математикалық үлгі, өзен жүйелері.

Summary

E. M. Puzikov, M. V. Dolbeshkin, R. D. Povetkin, K. K. Karzhaubaev

(Institute of Geography, Almaty)

SOFTWARE FOR ASSESSING OF HYDROLOGICAL RISK OF WATER SYSTEMS OF KAZAKHSTAN WITH SUPPORT FOR ADVANCED TYPES OF DATABASES

With the increasing amount of data for hydrological processing, which is the basis for mathematical modeling and complexity nature of the relationship between them, a new approach for organizing data is emerged. To assess the risk of hydrological river systems of Kazakhstan a software implementation of a mathematical model with the storage system (database). Which is a problem oriented information system of collective use, is created.

Keywords: database, water resources, hydrological risk, mathematical model, river systems.

Поступила 10.09.2014 г.