



Сурет 2. Құрылған алгоритмнің жұмыс істеу принципі

Егер буфер іс жүзінде бос болса, онда барлық пакеттер қалыпты режимде өткізіледі. Кезекте осы басталса, деректер ағынын шектеу ықтималдығы да өсе бастайды.

Басқаша айтқанда, маршрутизатордың аралық өлшемі белгілі бір шекті мәннен асып кеткен кезде кіретін пакетті шығару ықтималдығы осы шекті асып кету дәрежесіне байланысты болады [5,6]. Сондықтан құрылған алгоритм басқа алгоритмдерге қарағанда әлдеқайда тиімді.

*Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

- 1 Константинов И.С. Моделирование процессов информационного обмена в корпоративных сетях на основе теории массового обслуживания. - 2007.с.132-137.
- 2 Демидов А.В. Модель подсистемы разграничения доступа системы управления информационным обменом сети корпоративных порталов - 2012. - 65с.
- 3 Вавилова А.А. Имитационное моделирование производственных систем - 1983. - 321 с.
- 4 Кемельбекова Ж.С., Ашигалиев Д.У., Сембиев О.З. Вычисления пропускной способности подсети коммутации каналов на асинхронной сети // Известия научно – технического общества «КАХАК». – Алматы, 2010. - №5 (30). - С. 10 – 14.
- 5 Давыдов Е.Б., Злотников Ю.С. Тенденции процессов разработки и исследования протоколов сетей связи. – 1987. - №2. - С. 79-88.
- 6 Naizabayeva L., Orzbekov ZH.N., Nurzhanov CH. A, Satymbekov M. N., Turken G. Distributed database for corporate information control system over enterprises network. Vestnik Kaznrtu №2 (126), 2018, pp 139 – 147

УДК 004.056.57(084.93)  
МРНТИ 81.96.00

DOI: <https://doi.org/10.51889/2020-1.1728-7901.73>

Ә.Ф. Оспан<sup>1</sup>, М.Е. Мансурова<sup>1</sup>, Е.Х. Какимжанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

**РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

*Аннотация*

Разработка модели для эффективного применения водных ресурсов является одной из приоритетных задач Казахстана. Около половины поверхностных вод республики (44,9 куб км.) поступает с территории сопредельных государств. По прогнозам специалистов, увеличивающийся водозабор соседними странами и ухудшение качества воды в реках страны может привести к экологической катастрофе. В связи с этим актуальным решением будет анализ и обсуждения моделей для эффективного распределения водных ресурсов на трансграничных речных бассейнах, которые уже успешно применяются в мире.

В статье рассмотрены эффективные модели и пути решения проблем водных ресурсов в трансграничных реках, которые уже применялись к трансграничным рекам, также на основе этих моделей построена гибридная модель, которую возможно будет применять к трансграничным рекам страны.

**Ключевые слова:** трансграничные реки, модель прогнозирования, оптимизация «серый волк», гибридная модель.

Аңдатпа

Ә.Ф. Оспан<sup>1</sup>, М.Е. Мансурова<sup>1</sup>, Е.Х. Какимжанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы

## БОЛЖАУ ӘДІСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН СУ ҚОРЫНЫҢ ТИІМДІ ҮЛЕСТІРІЛУІНІҢ ГИБРИДТІ ҮЛГІСІН ҚҰРУ

Су ресурстарын тиімді пайдалану моделін құру Қазақстан үшін маңызды тапсырма болып табылады. Республиканың жер үсті суларының жартысына жуығы (44,9 текше км) көрші елдердің аумағынан келіп түседі. Сарапшылардың пікірінше, көрші елдердің су алуы мен ел өзендеріндегі су сапасының нашарлауы экологиялық апатқа әкелуі мүмкін. Осыған байланысты әлемде сәтті пайдаланылатын трансшекаралық өзен бассейндерінде су ресурстарын тиімді бөлу модельдерін талдау және талқылау өзекті шешім болады.

Бұл мақалада трансшекаралық өзендерге қолданылған трансшекаралық өзендердің су ресурстары проблемаларын шешудің тиімді модельдері мен жолдары қарастырылады, және осы модельдердің негізінде елдің трансшекаралық өзендеріне қолданылуы мүмкін гибриді модель құрылған.

**Түйін сөздер:** трансшекаралық өзендер, болжау моделі, «сұр қасқыр» тиімділігі, гибриді модель.

Abstract

## DEVELOPMENT OF A HYBRID MODEL FOR THE EFFECTIVE DISTRIBUTION OF WATER RESOURCES BASED ON A PREDICTION MODEL

Ospan A.G.<sup>1</sup>, Mansurova M.E.<sup>1</sup>, Kakimzhanov Y.Kh.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

The development of a model for the effective use of water resources is one of the priorities of Kazakhstan. About half of the Republic's surface water (44.9 cubic km) comes from the territory of neighboring countries. According to experts, the increasing water intake by neighboring countries and the deterioration of water quality in the country's rivers can lead to an environmental disaster. In this regard, the analysis and discussion of models for the efficient allocation of water resources in transboundary river basins, which are already successfully used in the world, will be an urgent solution.

This article discusses effective models and ways to solve water resources problems in transboundary rivers that have already been applied to transboundary rivers, and based on these models, a hybrid model is built that can be applied to transboundary rivers of the country.

**Keywords:** transboundary rivers, projection pursuit model, prediction model, gray wolf optimization, hybrid model.

### Введение

Проблема нехватки пресной питьевой воды с 20 века рассматривается как глобальная проблема современности. Население планеты стремительно растёт и при этом возрастает потребность в чистой питьевой воде [1]. Почти все крупные реки на Земле являются *трансграничными*, то есть протекает хотя бы через две страны [2]. Для Казахстана использование водных ресурсов трансграничных рек - это особая и достаточно серьёзная тема. За последние 15 лет наблюдается тенденция сокращения естественных ресурсов поверхностных вод Казахстана [3]. По оценкам экспертов, увеличивающийся водозабор соседними странами приведет к нарушению сложившегося режима водоснабжения и сильно ударит по промышленности и сельскому хозяйству северо-восточных и центральных областей РК [4]. В связи с этим *цель* данной статьи – это анализ и обсуждения моделей, которые реализовывают эффективное распределение водных ресурсов на водосборных бассейнах, задача – на основе этих моделей построить гибридную модель, которую возможно будет применять для водосборных бассейнов Казахстана. В этой статье мы рассмотрим следующие модели:

1) региональная климатическая модель в сочетании с физической гидрологической моделью (WENY-Watershed Environmental Hydrology Model);

2) интегрированная модель распределения водных ресурсов на основе модели прогнозирования и модели оптимизации «серый волк» (PPMGWO - Projection Pursuit Model and Gray Wolf Optimization).

На основе этих вышеуказанных моделей в данной статье построена гибридная модель, состоящая из моделей WENY и PPMGWO.

### Методы исследования

*2.1 Региональная климатическая модель в сочетании с физической гидрологической моделью (WENY-Watershed Environmental Hydrology Model).*

Первый метод это - модель гидрологии водосбора окружающей среды (WENY), которая была применена для водосборной реки Тао. По полученным результатам можно увидеть что эта модель успешно применяется на сегодняшний день для оценки и анализа распределения водных ресурсов на реке Тао [5]. Модель WENY была реализована на основе информации о топографии, которая была получена из глобальных спутниковых данных (*Рисунок 1*).



Рисунок 1. Схематическое описание модели WENY

Входной информацией для модели гидроклимата являются глобальные данные повторного анализа (ERA-20C) [6], которые затем динамически уменьшаются с помощью региональной климатической модели [7], а затем вводятся в гидрологическую модель для реконструкции гидрологических данных [8]. Атмосферные данные [9] состоят из данных ERA-20C [10] повторного анализа в уменьшенном масштабе с восемью различными переменными: 1) осадки, 2) температура воздуха, 3) скорость ветра, 4) коротковолновое излучение, 5) длинноволновое излучение, 6) давление, 7) коэффициент смешения, 8) высота геопотенциала [11].

Используя модель WENY, можно восстановить гидрологические данные по водоразделу, основываясь на их входных данных, полученных в результате построения модели исследования и прогнозирования погоды (WRF-Weather Research and Forecasting Model). Откалиброванная и проверенная модель WENY может быть использована для прогнозирования будущего водоснабжения из водосбора под атмосферными входами из будущих климатических прогнозов глобальных климатических моделей. Наряду с реконструкцией данных этот подход позволяет моделировать соответствующие атмосферные и гидрологические переменные, поэтому анализ этих переменных может выявить причины сообщаемых результатов, хотя определение причинно-следственной связи может осложняться нелинейностью атмосферных и гидрологических процессов. Наконец, что не менее важно, результаты этого исследования имеют точное временное разрешение (ежечасно), приложение может быть использовано для оценки гидрологических рисков, таких как наводнения и засухи.

2.2. Интегрированная модель распределения водных ресурсов на основе модели прогнозирования и оптимизации «серый волк» (PPMGWO- Projection Pursuit Model and Gray Wolf Optimization).

Второй метод – инновационная интегрированная модель PPMGWO для оптимизации использования водных ресурсов в трансграничном речном бассейне, которая интегрирована с помощью модели прогнозирования (PPM) [12] и модели оптимизации «Серый волк» (GWO) (Рисунок 2).



Рисунок 2. Схематическое описание модели PPMGWO

Модель PPMGWO предназначена для оптимизации распределения водных ресурсов в трансграничных речных бассейнах. Это исследование применялся к бассейну реки Сунхуа и 25 блоков управления в качестве примеров, принимая модель PPMGWO, предложенную в этом исследовании, для распределения количества воды. В этом исследовании выбираются 15 показателей распределения водных ресурсов в трансграничных речных бассейнах и регионах, что согласуется с реальностью [13].

Основной принцип модели PPM - проецировать высокоразмерные данные в низкоразмерное подпространство через определенную комбинацию, отражать структуру или характеристики исходных высокоразмерных данных путем минимизации индекса проекции и анализировать структуру данных в низкоразмерном пространстве, чтобы реализовать цель изучения и анализа данных больших размеров. PPM может использоваться при распределении количества воды, а процедура его алгоритма состоит из 5 шагов.

Оптимизатор «Серый волк» (GWO) – это новейший интеллектуальный алгоритм оптимизации стаи, который реализует объективную оптимизацию, имитируя такие действия серого волка в стае, как: 1) *кластерное лидерство*; 2) *окружение жертвы*; 3) *охотничье поведение*. Этот алгоритм имеет такие преимущества, как быстрая скорость слияния, широкие возможности глобальной оптимизации и т.д. Интегрированный алгоритм модели PPMGWO разработан путем анализа атрибутов многоцелевой модели PPM и алгоритма GWO. Процедура реализации водораспределения модели PPMGWO состоит из 5 шагов. Очевидно, что модель PPMGWO учитывает как экологическую справедливость промышленно развитых городов, так и устойчивое развитие сельскохозяйственных городов. Результаты моделирования показывают, что количество воды, которое может быть распределено во всех контролях, демонстрируют общую тенденцию к увеличению при разумной и равной эксплуатации и использовании водных ресурсов [14].

### 2. 3 Гибридная модель на основе моделей WEHY и PPMGWO.

Проанализировав две эффективные модели для решения проблем водосборных бассейнов, мы можем построить модель, которая будет применена для водных ресурсов трансграничных рек Казахстана (Рисунок 3).



Рисунок 3. Схематическое описание гибридной модели на основе моделей WEHY-WRF и PPMGWO

Особенностью этой модели является то, что здесь рассматриваются как глобальные климатические влияния на бассейн реки, так и использование водных ресурсов для разных целей (сельскохозяйственная деятельность, урбанизация и т.д.). В первой части гибридной модели (WEHY-WRF) мы используем атмосферные, гидрологические и климатические данные с 1970 г., с помощью которых мы можем увидеть статистику осадков, таяние ледников, изменение климатических данных, что напрямую влияет на объем воды в речном бассейне, также откалиброванные данные гидрологической модели могут быть использованы для прогнозирования будущего водоснабжения из водосбора под атмосферными входами из будущих климатических прогнозов глобальных климатических моделей. После построения гидрологической модели для трансграничных рек, по полученным результатам будем реализовывать вторую часть гибридной модели (PPMGWO).

Во второй части модели мы видим, что здесь выбираются показатели, касающиеся человеческих факторов, таких как экологическое состояние исследуемой области, площадь сельскохозяйственной промышленности, число населения, объем потребления воды и т.д., что позволяет получить более точный результат с минимальным отклонением от данных больших размеров, также контролирует разумную эксплуатацию водных ресурсов, эффективное повышение коэффициента полезного использования водных ресурсов и увеличение коэффициента повторного использования промышленной воды в будущем.

Так как ресурсы воды бассейнов трансграничных рек напрямую зависят и от природных явлений, и от действий человека, разумным будет использование двух моделей, применяя только те их данные и процессы реализации, что будут максимально эффективными для решения проблем трансграничных рек страны.

**Обсуждения.** В исследовательской работе имеются ряд слабых мест, один из них - абстрактное представление создаваемой модели, т.е. на практике еще не применялась данная гибридная модель. Также здесь будут проблемы по восстановлению данных рек Казахстана. По этой причине сделать вывод, что модель будет успешно применена для трансграничных рек Казахстана будет неверно. В дальнейшем будет разработана программа для гибридной модели, которая сможет показать ее применимость для рек страны. По данной статье цель достигнута, сделан анализ моделей, и на основе них создана гибридная модель. Перспективы дальнейших исследований будут связаны теперь с реализацией этой гибридной модели.

**Выводы.** По полученным результатам сделан вывод, что построенная гибридная модель в будущем будет успешно применяться для решения проблем дефицита вод страны. Так как модель WEHY-WRF успешно применяется для водосборной реки Тао с 2018 г., а модель PPMGWO для реки Сунхуа и ее 25 блоков с 2015 г., есть предположение что, эти модели объединившись, покажут наилучший результат. В дальнейшем наша задача реализовать приведенную выше гибридную модель в программе Python, используя актуальные данные трансграничных рек Казахстана. Глобальные данные будут восстановлены с помощью программы Google Earth Engine, который имеет набор данных Data Set с 1970-х гг. При завершении этой исследовательской работы гибридная модель в будущем позволит показывать изменения объема воды рек, прогнозировать и управлять неблагоприятными явлениями, как засуха, загрязнения и т.д., также демонстрировать разумную и эффективную эксплуатацию использования водных ресурсов.

Список использованной литературы:

- 1 Александра Куинаренко. Дефицит пресной воды: проблемы и способы решения// *The wall [Электрон.ресурс]*. – 2015. – URL: <http://thewallmagazine.ru/lack-of-fresh-water> (дата обращения: 12.03.2020).
- 2 Елемесов Р. Водные ресурсы Земли и глобализация водных проблем// *Вестник КазНУ [Электрон.ресурс]*. – 2016. – URL: <https://articlekz.com/article/16304> (дата обращения: 07.01.2020).
- 3 Есполов Т.И., Тлеулесова А.И., Жексембаева Г.К. Иле-Балкашский трансграничный бассейн: проблемная ситуация и пути ее решения// *Ізденістер, нәтижелер. Исследования, результаты. [Электрон.ресурс]*. – 2012. – URL: <https://articlekz.com/article/12802> (дата обращения: 11.12.2019).
- 4 Зубаиров Б. Проблемы водной безопасности на примере бассейна Реки иле в контексте сокращения площади оледенения// *Доклады молодых ученых.* – 2014. – С. 185-191.
- 5 Ho C., Trinh T., Nguyen A., Nguyen Q., Ercan A., Kavvas M.L.. Reconstruction and evaluation of changes in hydrologic conditions over a transboundary region by a regional climate model coupled with a physically-based hydrology model: Application to Thao river watershed// *Science of the Total Environment.* – 2019. –P. – 668, 768–779.
- 6 Ho, C., Nguyen, A., Ercan, A., Kavvas, M.L., Nguyen, V., Nguyen, T., Assessment of atmospheric conditions over the Hong Thai Binh river watershed by means of dynamically-downscaled ERA-20C reanalysis data. *J. Water Clim. Chang [Электрон.ресурс]*. - 2018. – URL:<https://doi.org/10.2166/wcc.2018.291>. (дата обращения: 13.12.2019).
- 7 Kavvas, M.L., Chen, Z.Q., Dogrul, C., Yoon, J.Y., Ohara, N., Liang, L., Aksoy, H., Anderson, M.L., Yoshitani, J., Fukami, K., Matsuura. Watershed environmental hydrology (WEHY) model based on upscaled conservation equations: hydrologic module. *J. Hydrol. Eng.* 9 (6), 2004. –C.450–464.
- 8 Brower, M.C., Barton, M.S., Lledó, L., Dubois, J. A Study of Wind Speed Variability Using Global Reanalysis Data (AWS Truepower) [Электрон.ресурс]. - 2013.-URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-017-3913-5> (дата обращения: 11.11.2019).
- 9 Compo, G.P., Whitaker, J.S., Sardeshmukh, P.D. Feasibility of a 100-year reanalysis using only surface pressure data. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 87 (2), 2006. – P.175–190.
- 10 Fuka, D.R., Walter, M.T., MacAlister, C., Degaetano, A.T., Steenhuis, T.S., Easton, Z.M. Using the climate forecast system reanalysis as weather input data for watershed models. *Hydrol. Process.* 28 (22), 2014. –P. 5613–5623.
- 11 Jaw, T., Li, J., Hsu, K.L., Sorooshian, S., Driouech, F. Evaluation for Moroccan dynamically downscaled precipitation from GCM CHAM5 and its regional hydrologic response. *J. Hydrol.* 3, 2015. –P.359–378.
- 12 Boé, J., Terray, L., Habets, F., Martin, E. Statistical and dynamical downscaling of the Seine basin climate for hydrometeorological studies. *Int. J. Climatol.* 27 (12), 2007. – P. 1643–1655.
- 13 Kavvas, M. Watershed environmental hydrology model: environmental module and its application to a California watershed. *J. Hydrol. Eng.* 3 (261), 2006. –P. 261–272.
- 14 SenYu, HongweiLu. An integrated model of water resources optimization allocation based on projection pursuit model – Grey wolf optimization method in a transboundary river basin// *Journal of Hydrology.* – 2018. – №559. –P. 156–165.

МРНТИ 20.01.45  
УДК 378

DOI: <https://doi.org/10.51889/2020-1.1728-7901.74>

Г.И. Салғараева<sup>1</sup>, Г.Е. Асан<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ. Қазақстан

## ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕ ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Мақала педагогикалық зерттеулерде цифрлық білім беру технологияларын қолдану мәселелеріне, атап айтқанда қазіргі цифрлық технологиялардың мүмкіндіктерін зерттеуге, оларды қолданудың мақсаттылығын және әзірлеу мен пайдалану бағыттарын сипаттауға арналған. Зерттеу қызметінде цифрлық технологияларды пайдалану электронды оқытудың түрлі нысандары арқылы жүзеге асырылады. Цифрлық білім беру технологияларын пайдалана отырып зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру мен жүргізуде түрлі ақпараттық технологиялар қолданылады. Қоғам өмірінің барлық салаларында цифрландырудың қарқынды дамуы педагогика саласындағы зерттеу жұмысының ұйымдастырылуы мен оның сапасын жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

Цифрлық технологияларды білім беру қызметінің құралы ретінде қолдану педагогикалық жағдайларды ғылыми-зерттеу мен олардың маңызды болып саналады. Аталған мәселені зерттеу оның мақсатты бағыттарын іске асыру кезінде барынша ықпал ететін жағдайларды анықтау қажеттілігінен туындап отыр.

**Түйін сөздер:** педагогикалық зерттеулер, цифрлық білім беру, цифрлық технологиялар, цифрлық ақпараттық орта.