

УДК 621.321.25

Б.Г. МЕХТИЕВА

Институт Космических Исследований Природных Ресурсов

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ВОДНЫХ ПОТОКОВ БАСЕЙНА РЕКИ КУРА

В статье показано, как ГИС-технологии были использованы для изучения потерь воды в бассейне реки Кура. Потери воды классификация и методика исследования. Эти результаты позволяют дать некоторые рекомендации по совершенствованию инфраструктуры водного бассейна.

*Ключевые слова:* ГИС, ирригация, река Кура, Собека, аэроснимки, водяные каналы.

B.G.MEKHDIYEVA

Institute For Space Research Of Natural Resources

## THE APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION THE MODEL OF WATER FLOWS IN THE BASIN OF KURA RIVER

*In the article is shown how GIS technologies have been used to study the water loss taking place in the basin of Kura river. The water loss classification and methodology of the study is given. These results allow us to give some recommendations for improving the infrastructure of the water basin.*

*Keywords:* GIS, irrigation, river Kura, Sobek, aerial photographs, water channels.

### Введение

В последние годы потепление, произошедшее в атмосфере Земли в глобальных масштабах, привело к изменениям в динамике климата, что в свою очередь является причиной стихийных бедствий. Наблюдались изменения гидрометеорологических процессов, повышение мощности и интенсивности наводнений и паводков.

Азербайджанская Республика находится в числе стран, наиболее подверженных стихийным бедствиям. Следует отметить, что многие регионы страны, в том числе Шеки – Закатальский, большая часть Кахского района расположены в горной местности и находятся под влиянием разрушительных потоков.

Работы, проводимые в направлении изучения особенностей оползневых процессов в районе береговой зоны Мингечаурского водохранилища, выявления их характерных черт, оценки и прогнозирования оползневых явлений, а также устранения вредного влияния селевых потоков достаточно изучены, но еще остались проблемы, требующие решения.

Системная концепция решения этих проблем при создании новых математических моделей, вычислительных алгоритмов и компьютерных имитационных интерактивных программ на базе изучения имеющейся информации, требует комплексного подхода.

Существует несколько природных и антропогенных условий возникновения оползней в бассейнах горных рек Азербайджана. Из них основные: крутизна горных склонов и связанные с этим большие запасы гравитационной энергии, широкое распространение в оползневом очаге быстро уносимых песчаных и глинистых пород, увеличение антропогенного воздействия в зонах лесов, субальпийских и альпийских лугов и связанное с этим уменьшение сопротивляемости верхнего слоя почвы эрозионным процессам, сильные ливневые дожди, происходящие после жаркой погоды, особенно после долговременной засухи, густая речная сеть, способная увеличить разрушительную силу оползня, сильные эрозионные процессы, являющиеся причиной возникновения оползней, беспорядочная вырубка лесов и садовых деревьев и их использование в бытовых целях, повышение уровня грунтовых вод и другие природные антропогенные факторы и связанные с ними изменения региональных агрометеорологических параметров.

В настоящее время человечество столкнулось с новым вызовом – нехваткой питьевой воды. Вода применяется как для питья, так и для технических целей. При этом потребности в воде только возрастают. Экономное расходование запасов воды требует учета всех потерь, возникающих на пути от источника до потребителя. Для учета этих потерь в естественных резервуарах применяется моделирование. Гидродинамические модели движения водных потоков являются важным инструментом для решения многих задач гидрологии.

Одной из ведущих организаций в мире, занимающихся разработкой приложений в области водных ресурсов, является нидерландский независимый институт Deltares. Эти приложения охватывают сферы оценки рисков наводнений, адаптивного планирования состояния водных путей и подземных водных ресурсов, другие области, связанные с водой.

Согласно разработкам Deltares, построение подходящей модели водных потоков реки Кура с помощью численной модели Собека<sup>6</sup> требует анализа всех потерь воды, вызванных как природными, так и созданными человеком факторами. Эти потери можно классифицировать по следующим признакам:

- потери, вызванные прямым испарением с водной поверхности;

<sup>6</sup> Модель названа так в честь древнеегипетского бога воды и разлива Нила

- потери воды вследствие утечки в грунтовые подземные воды путем прямого проникновения через русло реки, вследствие создания искусственных дамб и вследствие существенного превышения уровня реки над грунтовыми водами;
- потери, вызванные прямой откачкой воды из реки с целью получения питьевой воды или с целью ирригации [1, 2].

Изучение компонентов потерь было сфокусировано первично на части реки Кура, начиная от вытекания из Мингечаурского водохранилища и до слияния с рекой Аракс, которая образуется в Турции и затем протекает через соседний Иран. На рис. показана карта бассейна реки Кура и отмечена также река Аракс. Бассейн реки Кура обведен синим цветом.



Рис. 1. Карта бассейна реки Кура

### Цель исследования

Во время построения модели Собека поверхностного стока воды было выявлено несоответствие в водном балансе. Было не ясно, можно ли потери отнести только на грунтовые подземные воды, или же ирригация также играет важную роль в этих потерях.

Для дальнейшего изучения было признано необходимым определить потери на грунтовые подземные воды численным моделированием и оценить потери от прямого перекачивания из реки Кура для ирригации. В связи с ухудшением состояния оросительной сети, начиная с середины 1950-х годов она первоначально снабжается водой из двух основных каналов из Мингечаурского водохранилища, а также в настоящее время много воды выкачивается прямо из реки Кура с помощью электрических насосов.

### Методология исследования

Затрагиваемые в данной статье геоэкологические исследования требуют решения таких вопросов, как сопряжение информации, получаемых из различных источников. Это и аэроснимки, и космические снимки, и натурные наблюдения. Масштабы этих снимков часто несопоставимы. Получаемые файлы различаются по типу. Поэтому для анализа информации о свойствах разнотипных объектов, обработки картографических материалов в разных проекциях, требуется использование ГИС-технологий. Их применение позволяет свести все доступные материалы, в том числе, графические, в единую базу данных. При этом облегчается использование одной из важнейших функций ГИС – моделирование. Теоретические исследования основываются на моделировании существующего состояния природной среды и позволяют прогнозировать динамику процессов, а также разработать систему мероприятий для снижения рисков развития негативных процессов.

### Получение данных

Принимая во внимание роль Мингечаурского водохранилища и гидроэлектростанции в развитии сельского хозяйства и обеспечении электроэнергией страны, изучение оползневых процессов и подготовка мероприятий по предотвращению оползней на территории правого берега водохранилища, примыкающего к плотине, является актуальной задачей на сегодняшний день.

Цель научно исследовательской работы – изучение оползневых процессов в районе береговой зоны Мингечаурского водохранилища с помощью аэрофотосъемок. Исследовательские работы, проводимые в сентябре 2014 г на территории северо-восточного склона горной цепи Боздаг, примыкающей к плотине водохранилища, охватывали 0,16 км<sup>2</sup>, при этом высота изменялась от 85 до 270 м. После проведения аэрофотосъемок также была замечена сейсмоактивность этой территории.

На рис. 2 и 3 представлены соответственно, снимок Мингечаурского водохранилища, полученный

из космоса, и фрагмент аэрофотосъемок.



Рис. 2. Фрагмент изображения Мингечаурского водохранилища, полученного от космического спутника.



Рис.3. Аэрофотоснимок береговой зоны Мингечаурской гидроэлектростанции (сентябрь 2014 г).

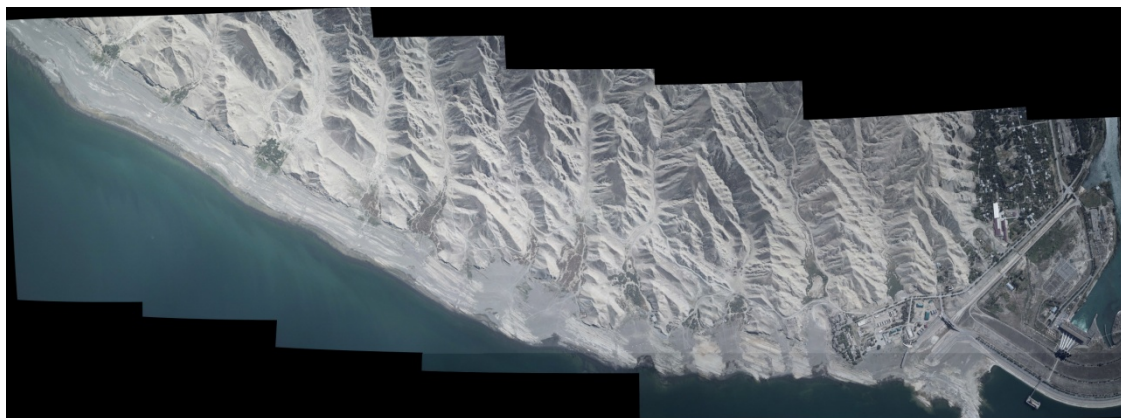


Рис. 4. Фотосхема профиля береговой зоны Мингечаурского водохранилища.

### Интерпретация результатов

Для того, чтобы получить представление о количестве воды, которое может проникнуть в русло, построена малая теоретическая модель подземных вод в MODFLOW, имитирующая общую извилистую структуру реки Кура. В ряде сценариев некоторые правдоподобные значения гидрогеологических параметров задавались так, чтобы определить пропускную способность проникающих потоков воды. Модели представлены в стационарной и нестационарной версиях. Нестационарная версия является более важной моделью, поскольку имитирует различные состояния Куры в течение года и резкое повышение уровня во время наводнения.

Другим важным компонентом является оценка прямых изъятий воды из реки путем откачки для ирригации. Поскольку эти изъятия часто незаконные, и информация об этом отсутствует, для определения фактических орошаемых площадей был выбран вариант использования спутниковых снимков LANDSAT5 и их обработки с помощью ГИС для обнаружения участков с высоким зеленым отражением в летнее время, когда влажность почвы уменьшается и может поддерживаться только путем орошения.

В дополнение к этому подходу для оценки потерь воды были использованы официальные данные Министерства Чрезвычайных Ситуаций и Министерства Мелиорации и Ирригации. Кроме того, были



осуществлены полевые выезды для определения плотности насосов по берегам рек и дамб, и частоты их использования.

Частично посевные площади, находящиеся в бассейне реки Кура, до сих пор обеспечиваются поливной водой непосредственно из каналов, ведущих из Мингечаурского водохранилища, как первоначально и планировалось. Однако в настоящее время многие из участков, особенно из тех, что ближе к реке Кура, или совсем не получают воду или получают ее слишком мало, и поэтому вода для орошения берется из самой реки. Следует иметь в виду, что первоначально вся площадь обеспечивалась поливной водой, транспортируемой по двум основным оросительным каналам непосредственно из Мингечаурского водохранилища.

С ухудшением системы оросительных каналов для перекачки воды из Куры должны были быть предусмотрены вновь построенные специальные ирригационные каналы и рвы. Таким образом, была бы сформирована новая граница между полями, орошаемыми из официальных каналов и теми, которые получают воду из реки Кура. Полевые работы также были направлены на определение приблизительной границы между этими так или иначе орошаемыми районами.

Снимки LANDSAT5 и DEM30/90 (цифровые модели рельефа, загруженные из Интернета) были использованы, чтобы очертить существующие оросительные каналы, поскольку надежные карты отсутствовали или были недоступны. Вся другая гео-обработка была проведена с помощью ESRI ArcGIS 9.3, а ГИС проекты стали доступны для Министерства Чрезвычайных Ситуаций.

### Заключение

1. Анализируются и исследованы влияние оползневых процессов в районе береговой зоны Мингечаурского водохранилища, полученные с помощью аэрофотосъемок и фотосъемок из космоса (кстати после проведения аэрофотосъемок была замечена сейсмоактивность этой территории).

2. Была построена малая теоретическая модель подземных вод в MODFLOW, имитирующая общую извилистую структуру реки Кура. При этом некоторые правдоподобные значения гидрогеологических параметров задавались таким образом, чтобы определить пропускную способность проникающих потоков воды. Модели представлены в стационарной и нестационарной версиях.

3. Для определения фактических орошаемых площадей был выбран вариант использования спутниковых снимков LANDSAT5 и их обработки с помощью ГИС для обнаружения участков с высоким зеленым отражением в летнее время.

В работе применены технологии дистанционного зондирования для построения модели водных потоков бассейна реки Кура. Результаты проведенной нами работы будут необходимым для определения потери на грунтовые подземные воды численным моделированием и оценкой потери от прямого перекачивания из реки Кура для ирригации. В результате проведения научно-исследовательской работы в районе береговой зоны Мингечаурского водохранилища с помощью аэрофотосъемок были изучены оползневые процессы.

### Литература

1. Halilov Sh. B. Azerbaidjanskoi SSR krupnih vodohranilisch dinamike beregov. "Nauka" izdanie. Baku\_1979.
2. Alieva V. Sh. Ozer i vodohranilisch hidrologiyasi. Baki\_2011.
3. Agaeva K.S. Issledovanie opolznevyyh zon v doline reki Kurmuhchaj yuzhnogo sklona Bol'shogo Kavkaza na osnove GIS tekhnologij. Izvestiya AMAKA, tom 15, № 1-2, Baku - 2012, s.3-8.
4. Rustamov S.G., Madatzade A. A., Budagov B.A., Nazirova B.T. Selevye potoki bassejna reki Kurmuhchaj. Izdatel'stvo "Ehlm", Baku, 1971, 225 c.
5. Demers, Michail N. Geographic Information System. Fundamentals. Data+, 1999.
6. Hümbətəliyev M. A., Mekhdiyeva B. G., Kurbanov V. G., Ahmedov A. F. Kümrük reki navodneniya v bassejne selevyyh processov, matematicheskoe modelirovanie. Akademika A. M. Pashayeva 75-letiyu "Nauchno-Tekhnicheskij Progress i Sovremennaya Aviatsiya Mezhdunarodnoj konferencii" materialy. Baku-2009, s.89-93.

### References

1. Khalilov B. S. Azerbaijan SSR large reservoirs, the dynamics of the shores. "Nauka", publishing., Baku, 1979.
2. Alieva V. S. Lakes and reservoirs hidrologiyasi. Baki, 2011.
3. Agayeva, K. S. The Study of landslide areas in the river valley Kurmukchay the southern slope of the greater Caucasus on the basis of GIS technologies. AMAKA news, volume 15, № 1-2, Baku - 2012, C. 3-8.
4. Rustamov S. G., Madatzade A. A., Budagov B. A., Nazirov, B. T. Debris flows river basin Kurmukchay. Publishing house "elm", Baku, 1971, 225 c.
5. Demers, Michail N. Geographic Information System. Fundamentals. Data+, 1999.
6. Hümbətəliyev M. A., Mehdiyeva G. B., Kurbanov V. G., Akhmedov A. F. Kümrük river floods in the basin of the debris flow processes, mathematical modeling. Academician A. M. Pashayev the 75th anniversary of "Scientific and technological Progress and Modern aviation International conference" materials. Baku-2009, s.89-93.

Рецензія/Peer review : 21.9.2016 р.

Надрукована/Printed : 8.11.2016 р.

Стаття рецензована редакційною колегією