

4. Scientific bases of rationing of ecological flow of rivers of Kazakhstan / Edited by Academician RAWN, Ph.D. Professor M.Zh. Burlibayev – Almaty, 2014 – 408 p.
5. Mustafayeva, L. Zh. Ecological and economic substantiation of sustainability of natural-technical systems / L. Zh. Mustafayeva, K. Zh. Mustafayev, K. B. Koi-bagarova // Problems of genesis, fertility, melioration, ecology of soils and evaluation of land resources. – Almaty. – 2002. – P. 220–222.
6. Burlibayev, M. Zh. On principles of permissible volume of river water withdrawal and justification of ecological river flow / M. Zh. Burlibayev // Hydrometeorology and Ecology. – 2003. – № 4. – P. 88–101.
8. Dmitriev, L. General Model of Integrated Use and Protection of Water Resources of the Republic of Kazakhstan / L. Dmitriev, A. Tverdovsky // Volume 1. Book 1. – Almaty, 2010. – 241 p.
9. Yakubov, H. I. Guidance on the use of drainage water for irrigation of crops and washing saline lands / H. I. Yakubov, A. U. Usmanov, N. I. Bronitsky // Tashkent, 1982. – 77 p.
10. Water resources of Russia and their use SPb: State Hydrological Institute, 2008.
11. Zaurbekov, A. K. Scientific bases of river basin water resources use and protection / A. K. Zaurbekov // Thesis abstract for the degree of doctor of engineering sciences. – Taraz. –1998. – 51 p.
12. Republic of Kazakhstan. In three volumes. Volume 1. Natural Conditions and Resources. Chairman of the Editorial Board N. A. Iskakov. – Almaty, 2006.
13. Alibekov, L. A. Natural mechanisms of desertification / L. A. Alibekov // Vestn. Russian Academy of Sciences. – 2003.
14. Bragina, T. M. Regularities of changes in animal population of soils at desertification: (On the example of dry-steppe zone of Central Asia): Ph. A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of RAS. Moscow, 2004.
15. Map of vegetation of Kazakhstan and Central Asia. 1:2500000. – Moscow, 1995.

УДК 556.013

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В РАЦИОНАЛЬНОМ  
ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ И РЕГУЛИРОВАНИИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО  
РЕЖИМА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (НА ПРИМЕРЕ  
ГАРАБАГСКОГО И ВОСТОЧНО-ЗАНГЕЗУРСКОГО  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ)**

*И. А. Байрамов*

Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан,  
imranbayramov2003@mail.ru

**Аннотация**

Охрана водных ресурсов и рациональное водопользование является одной из важнейших проблем современности. С этой точки зрения эффективное использование водных ресурсов – один из важных вопросов как в других регио-

нах нашей Республики, так и на территориях, освобожденных от оккупации, точнее в Гарабагском и Восточно-Зангезурском экономических районах.

В данной статье используются методы изучения рационального водопользования и регулирования гидрологического режима указанных районов ГИС-технологиями студентами и молодыми исследователями. В соответствии с этим рассматриваются общие гидрологические показатели водных ресурсов региона, их источников питания, а также главные показатели водности рек, как основных гидрологических объектов. В статье наряду с общей информацией о гидрологическом состоянии Азербайджана дана подробная информация о водных запасах Гарабагского и Восточно-Зангезурского экономических районов, рассмотрены возможности их изучения геоинформационными методами, а также методами дистанционного зондирования.

Предложено создание общих и локальных гидрологических моделей и карт, а также интеграция гидрологических характеристик территориальных вод в базу данных ГИС.

**Ключевые слова:** Гарабаг, Восточный Зангезур, гидрологический режим, водопользование, ГИС, зона «Зеленой Энергии», геовизуализация.

## **APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES IN RATIONAL WATER USE AND REGULATION OF THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN (ON THE EXAMPLE OF GARABAGH AND EAST ZANGEZUR ECONOMIC REGIONS)**

*I. A. Bairamov*

### **Abstract**

The protection of water resources and rational water use is one of the most important problems of our time. From this point of view, the efficient use of water resources – one of the important issues both in other regions of our Republic and in the territories liberated from occupation, more precisely in the Garabagh and East Zangezur economic regions.

This article considers methods for studying rational water use and regulation of the hydrological regime of these areas by GIS-technologies by students and young researchers. In accordance with this, the general hydrological indicators of the region's water resource, their sources of nutrition, as well as the main indicators of the water content of rivers, as the main hydrological objects, are considered. In the article, along with general information about the hydrological situation of Azerbaijan, detailed information is given on the water reserves of the Garabagh and East Zangezur economic regions, the possibilities of their study by geoinformation methods, as well as remote sensing methods are considered.

It is proposed to create general and local hydrological models and maps, as well as to integrate the hydrological characteristics of territorial waters into a database of GIS.

**Keywords:** Garabagh, Eastern Zangezur, hydrological regime, water use, GIS, “Green Energy” zone, geovisualization.

**Введение.** Несмотря на то, что примерно  $\frac{3}{4}$  нашей планеты покрыто водой, только 3% всех водных ресурсов составляют пресные воды, из которых только

0,3 % могут быть использованы. Ресурсы пресной воды широко используются в сельском хозяйстве (водоснабжение, ирригация, гидроэнергетика, внутреннее судоходство, рыболовство и др.) и в быту [4].

На фоне глобального изменения климата, усиления антропогенного и техногенного воздействия на климат и других процессов, происходящих в природе, спрос на питьевую воду и водные ресурсы в мире и в нашей стране постоянно увеличивается. Особое место в обеспечении безопасности жизнедеятельности и здоровья людей занимает охрана водных ресурсов. Поэтому актуальным остается не только эффективное использование водных ресурсов региона, но и регулирование гидрологического режима, расчет и планирование их перспективного использования с учетом современного потенциала водных ресурсов.

Основным объектом исследования статьи является изучение гидрологических объектов Гарабагского и Восточно-Зангезурского экономических районов Азербайджанской Республики и их хозяйственного значения.

В период до начала XIX века сведения о водных источниках Азербайджана встречались в основном в трудах путешественников. В направлении изучения водных ресурсов Азербайджана в XX–XXI веках большую роль сыграли такие выдающиеся ученые, как С. Рустамов, С. Ахундов, М. Мамедов, Ф. Иманов и др. В области изучения природы поверхностных вод Азербайджана внесли важный вклад институты Географии и Энергетики НАНА, Бакинский Государственный Университет, Гидрометеорологический комитет, Институт Водного хозяйства, институты Гидротехники и Мелиорации и др. организации.

**Материалы и методы.** *Общая информация о гидрологических объектах Азербайджана.* Воды в гидросфере делятся на две группы: воды океана (морские) и воды суши. Только воды суши являются пригодными для использования в качестве питьевой воды в хозяйстве. Наиболее широко используемыми гидрологическими объектами в водоснабжении и орошении являются реки. Длина рек в Азербайджане колеблется от 5 до 1515 км, а их уклон – от 0,13 до 180 ‰ [3].

На территории Азербайджана имеется несколько сотен озер и водоемов, которые в основном расположены в предгорьях и равнинах. Общая площадь водоемов составляет около 1000 км<sup>2</sup> и это создает условия для развития таких отраслей, как мелиорация, водоснабжение, энергетика, рыболовство и т. д. Крупнейшими водохранилищами республики являются: Мингячевирское, Шамкирское, Аразское, Сарсангское, Джейранбатанское, Арпачайское и Агстафачайское водохранилища. В этих семи крупных водохранилищах сосредоточено 95% воды, собираемой во всех водоемах республики, и более 90% их площади.

Благодаря развитию орошаемого земледелия в Азербайджане имеется множество каналов с различной водопропускной способностью и коллекторов для промывки засоленных почв. Общая протяженность каналов – более 40 тыс. км, коллекторов – десятки тысяч.

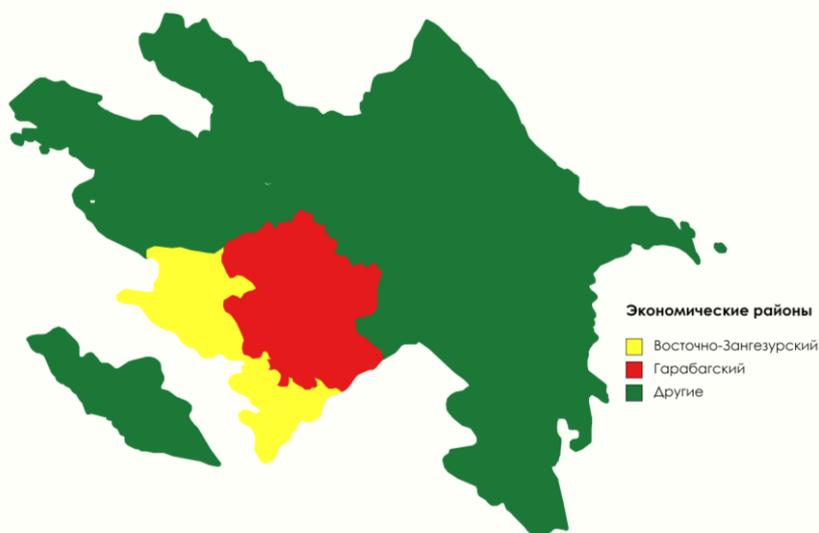
Азербайджан не богат ледниками, а небольшие ледники, которые существуют, находятся в горах Большого Кавказа. Поскольку климат юго-восточных окраин Большого Кавказа сухой и континентальный по сравнению с климатом его центральной и западной частей, современное оледенение здесь развито сла-

бо. Современные ледники сохранились только на склонах отдельных вершин, где снеговая линия имеет большую высоту и имеются благоприятные условия для формирования и сохранения ледников.

Состояние современных ледовых языков и ледников на азербайджанской части Большого Кавказа позволяет прийти к выводу, что снеговая линия на северных склонах Водораздельного и Бокового хребтов имеет высоту 3730 м, а линия южных склонов – 3820 м. На всем Большом Кавказе снеговая линия на западе на 1020 м ниже, чем на востоке, т. е. снеговая линия поднимается к востоку.

В Азербайджане насчитывается более 8350 рек разной величины. Эти реки делятся на 5 групп в зависимости от их длины: очень малые <25 км, малые 26–50 км, средние 51–100 км, большие 101–500 км и самые крупные >500 км. Большинство рек на территории Азербайджана мелкие и среднегодовой расход воды составляет менее 5 м<sup>3</sup>/с. Река Кура является крупнейшей рекой не только Азербайджана, но и всего Южного Кавказа. Площадь его водосборного бассейна составляет 188 тыс. км<sup>2</sup>. 28,9 тыс. км<sup>2</sup> этого бассейна находится в Турции, 40,0 тыс. км<sup>2</sup> в Иране, 29,8 тыс. км<sup>2</sup> в Армении, 36,4 тыс. км<sup>2</sup> в Грузии и 52,9 тыс. км<sup>2</sup> в Азербайджане.

*Оценка водных запасов в Гарабагском и Восточно-Зангезурском экономических районах.* Река Араз, протекающая по территории Гарабагского и Восточно-Зангезурского экономических районов (рисунок 1) и образующая в этом районе азербайджано-иранскую границу (580 км), по своим показателям является крупнейшей рекой в этой зоне. Река Араз берет свое начало из многочисленных родников, выходящих на поверхность на высоте 2600 м в хребте Бингель в Турции. Его длина 1072 км, а площадь бассейна 102 000 км<sup>2</sup>. В бассейне Араза формируется 9,12 км<sup>3</sup> воды. 1,04 км<sup>3</sup> (11,4 %) из них приходится на долю Азербайджана.



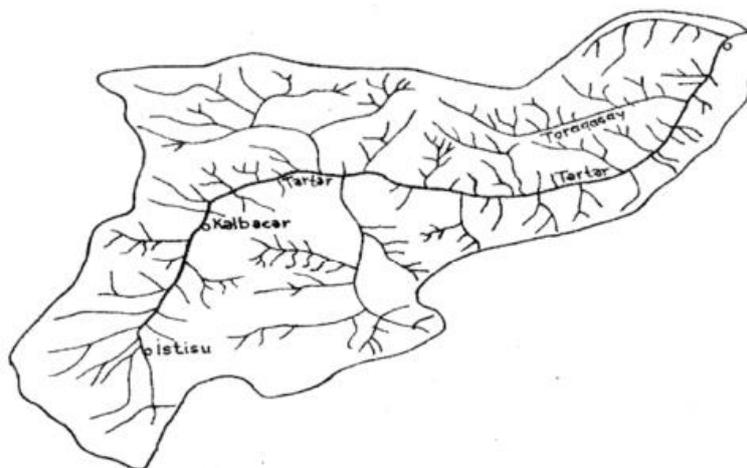
**Рисунок 1** – Гарабагский и Восточно-Зангезурский экономические районы на карте Азербайджанской Республики

Речная сеть региона включает древние речные системы Левчай, Тертер, Габарты-Кесчасчай, Хачынчай-Кендаланчай и реки Акери, Баргушад, Гаргарчай,

Хачынчай, Карасу, Шапарты, Гуручай, Колатаг, Бадара, Агчай, Овугчай, Гарагая, Баллыджа, Ишханчай, Аллычай, Арагчай, Агдейирманчай, Инджечай, Турагайчай, Халфаличай, Зарисличай, Мейданчай, Агдабанчай, Буланыгсу, Айрымчай, Тутгунчай, Хочазсу, Йылдырымсу, Пиченишчай, Шалва, Базарчай, Охчучай, Баситчай, Собучай и др.

Верхне-Гарабагский канал, водохранилища Сарсанг, Суговушан, Худаферин, Ашаги Кендаланчай, Кендаланчай-1 и Кендаланчай-2, Хачынчай, Агдам, Зумурхан, гидроузел Миль-Муган, родники Ширинбулаг, Серинсу, Чингили, Анджи, Туршсу, Иса булагы, Кербулаг, водные бассейны Алагелляр, Залхагель, Чиллигель, Гарагель и др. играют важную роль в водоснабжении региона [7].

Тертерчай, который берет свое начало с территории Кельбаджарского района и широко используется для орошения, занимает важное место в орошении территорий Тертерского административного района Гарабагского экономического района, а также соседних районов. Имея сложную речную сеть (с 31 рукавом), Тертерчай питается в основном снеговыми и подземными водами. Длина реки до 200 км, площадь ее бассейна 2650 км<sup>2</sup> (рисунок 2). Тертерчай считается притоком реки Куры с самой высокой водностью на территории Азербайджана. на Тертерчае построены Сарсангское и Суговушанское водохранилища для ирригационных и гидроэнергетических целей [12].



**Рисунок 2** – Карта-схема речной сети Тертерчай

Реки также различаются по типу источников питания. В таблице 1 приведены источники питания региональных рек.

**Таблица 1** – Источники питания некоторых рек региона

Реки	Источники питания, %		
	Снежное (Ледниковое)	Дождевое	Подземное
Гаргарчай	27	36	37
Тертерчай	31	13	56
Акери	23	15	62
Кендаланчай	12	59	29

Источник: Географический атлас, 2018 г.

Как видно из таблицы 1, большую роль в питании рек играют подземные и снеговые (ледниковые) воды.

По жесткости речная вода из высокогорных районов является самой мягкой и мягкой, а вода из предгорий и равнин частично жесткой. По своему химическому составу безусловным преимуществом обладают воды карбонатного класса с минерализацией 150–300 мг/л. Минерализация менее 150 мг/л характерна только для западного сектора Гарабагского вулканического нагорья. Кроме того, на Приаразье и в Агдамском районе встречаются смешанные воды.

При устройстве гидротехнических сооружений и расселении населения одним из важных условий считается селевая безопасность района. Кяльбаджарский, Лачинский и Губадлинский районы классифицируются как потенциально опасные зоны по степени селеопасности. Здесь интенсивность селей оценивается как средняя (раз в 3–5 лет). К этой категории относятся также Зангиланский, Джабраильский и Физулинский районы, расположенные в низкогорном поясе. В других административных районах – в восточной части Гарабага – степень селеопасности оценивается как слабая (раз в 5–10 лет). Для района характерны водно-каменистые и частично илисто-каменистые сели.

По экологическому состоянию речные воды с северо-запада на юго-восток оцениваются как условно чистые, частично загрязненные, загрязненные и сильнозагрязненные (бассейн Охчучая). Эти показатели изменяются от Кяльбаджарского эколого-географического района к Лачинскому и Гянджинско-Агдамско-Агсуинскому районам соответственно.

Дельты и конусы выноса древних речных систем Габарты-Кесчасчая и Хачынчай-Кендаланчая расположены на территории Физулинского и Джабраильского районов соответственно, что свидетельствует о пригодности местности для строительства каналов и коллекторов с целью орошения и промывания почв участков Приаразья.

Озера, расположенные на Гарабагском вулканическом нагорье, являются бессточными и ненарушенными в техногенном отношении. Только Кичик Алагель и Гарагель составляют исключение и являются сточными.

Водохранилища построены на руслах рек. По отраслям использования они делятся на ирригационные и водохозяйственные (Агдамское, Кендаланчайское-1, Кендаланчайское-2, Ашаги Кендаланчайское, Зумурханское, Суговушанское) и рекреационные, рыболовные и гидроэнергетические (Худафаринские, Хачынчайские, Сарсангские). На реке Араз также строится водохранилище Гызгаласы.

С установкой гидрометеорологических и автоматических метеостанций, а также аэрометеостанций на территориях, освобожденных от оккупации, появится возможность более точно оценивать водный потенциал региона и регулировать гидрометеорологический режим [7].

**Результаты и обсуждение.** Применение ГИС-технологий в управлении водных систем и урегулировании гидрологического режима. Умные технологии – это общее название современных высоких технологий, характеризующихся высокой внутренней самоорганизацией (синергией).

Умные технологии можно разделить на следующие части:

- умные системы («Smart system») / Умные устройства («Smart device») – например, умный дом, умные часы, интеллектуальная бытовая техника;

- умные материалы – класс материалов с различным химическим составом, сочетающимся с проявлением одного или нескольких физических (оптических, магнитных, электрических, механических) или физико-химических (реологических и др.) свойств;
- пермакультурные биотехнологии – применение биотехнологий в сельскохозяйственной системе, основанное на экологическом подходе к проектированию и взаимосвязях с природными экосистемами;
- умные политические технологии и технологии управления людьми – например, умная сила, умная толпа [9].

Реализация проектов «умный город» и «умное село» в освобожденных Гарабагском и Восточно-Зангезурском экономических районах (рисунок 3) требует применения умных технологий во всех сферах, необходимых для жизнедеятельности человека, в том числе в хозяйстве. Это означает применение инновационных технологических систем в каждой из сфер, так или иначе влияющих на жизнедеятельность людей как в социальном, так и в технологическом плане. Также цель превращения региона в зону «Зеленой Энергии» делает неизбежным применение систем утилизации и безубыточных технологий, в том числе возобновляемых источников энергии.



**Рисунок 3** – Административные районы Гарабагского и Восточно-Зангезурского экономических районов [10]

Географически, в целях удобного применения смарт-технологий в регионе, изучение региона с помощью ГИС-технологий, подготовка и анализ различных картографических моделей, взаимодействие отдельных географических компонентов и оценка воздействия на окружающую среду могут быть обозначено как приоритетное направление. На следующем этапе в целях эффективного использования водных ресурсов применение умных технологий должно осуществляться в направлении сохранения качества воды и предотвращения потерь при транспортировке воды.

Геоинформационная система (ГИС) – автоматизированная информационная система, предназначенная для анализа пространственно-временных данных, основу которых составляет географическая информация [2].

Интеграция гидрологических характеристик территориальных вод в базу данных ГИС-технологий создаст новые возможности в изучении их взаимодействия с другими природными, антропогенными и техногенными процессами и в оценке внешних воздействий на гидрологический режим. Это один из важных факторов регулирования гидрологического режима.

ГИС-технологии в водоснабжении, включающие в себя водоводы (трубопроводы, каналы, коллекторы, реки и т. д.) [линейные – простые/сложные], водное оборудование (насосы, водомеры, гидранты и т. д.) [точечные] и водоемы (озера, водные водохранилища, гидроузлы и др.) [полевые/полигон – простой/сложный], будут представлять собой единую систему управления и анализа. Несомненно, метод дистанционного зондирования сыграет важную роль в региональном изучении местности с помощью ГИС-технологий. С помощью этого метода можно выполнять стереосъемку, интервальную съемку и многоуровневую съемку. Дистанционное зондирование является полезным методом для выполнения таких задач, как картирование водных поверхностей, инвентаризация озер, определение границ ледников или снежного покрова, а также обеспечение аэрофотосъемки для исследований [5, 8].

При взаимодействии людей, данных, анализа, аппаратного и программного обеспечения, являющихся основными составляющими ГИС-технологий, можно будет в короткие сроки получить функциональную карту региона и создать подходящую гидрологическую модель. Для этого можно обеспечить социально-теоретическую сторону проекта путем изучения студентами и молодыми исследователями известных ГИС-компаний и их программ (таблица 2), оказания им материально-технической поддержки в данной работе и преобразование теоретических знаний в области в практические навыки.

**Таблица 2** – Программные обеспечения некоторых известных компаний по ГИС-технологиям

<b>Название компании</b>	<b>Программное обеспечение</b>
MapInfo	MapInfo Pro
ESRI	ArcView, Arc/INFO, ArcGIS
Autodesk GmbH	AutoCAD MAP, AutoCAD Land Development, Autodesk, AutoCAD MAP2000
Caliper	Maptitude
Integrapph	GeoMedia
Tactician	Tactician
Geograph	GeoQraf CIS 2.0

*Источник: Географические Информационные Системы, 2011 г. [2]*

Применение региональных ГИС-технологий, геовизуализации и геообработки создаст в будущем уникальную возможность для применения других smart-технологий в Гарабагском и Восточно-Зангезурском экономических районах.

**Заключение.** Данная статья является лишь одним из проектов, подготовленных с целью восстановления и устойчивого развития территорий, освобожденных от оккупации Гарабагского и Восточно-Зангезурского экономических районов, и отражает способы использования ГИС-технологий (геоинформационные системы) и инновационных методов управления в оценке имеющихся водных ресурсов, их гидрометеорологическом анализе, организации рационального водопользования, урегулировании гидрологического режима (уровни, сток, ледниковый, температурный, выносы, гидрохимический и русловые процессы и т. д.) в регионе.

4,7 км<sup>3</sup> водных ресурсов Азербайджана формируются на Большом Кавказе, 3,8 км<sup>3</sup> на Малом Кавказе и 1,3 км<sup>3</sup> на Лянкяране (Тальшские горы). Общие запасы воды Азербайджанской Республики составляют 30,9 км<sup>3</sup> (980 м<sup>3</sup>/с), из которых наибольшая часть, т. е. 20,6 км<sup>3</sup> (652 м<sup>3</sup>/с) приходит из соседних государств, а 10,3 км<sup>3</sup> (328 м<sup>3</sup>/с) формируется на территории страны. Одна из водных проблем Азербайджана заключается в том, что 2/3 его водных ресурсов поступает из соседних стран по трансграничным рекам. Местные речные водные ресурсы составляют 0,021 % мировых речных водных ресурсов. 48 % этих ресурсов приходится на подземные воды, которые участвуют в формировании рек [1].

Гарабагский и Восточно-Зангезурский экономические районы занимают ведущее место в республике по густоте речной сети. Общая длина рек равнинных районов Приаразья составляет 2747 км, площадь водосбора – 9900 км<sup>2</sup>. Этот показатель в 7 раз превышает среднюю плотность речных сетей в Азербайджане. Однако следует отметить, что высокий показатель густоты речной сети характерен в основном для высотных поясов в пределах 1000–2500 м.

Уровень водности в реках Гарабага и Восточного Зангезура достаточно высокий. Ряд показателей, характерных для рек региона и определяющих их водность, приведен в таблице 3.

**Таблица 3** – Главные показатели водности некоторых рек региона

Реки	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Объем стока, км <sup>3</sup>	Слой стока, мм	Модуль стока, л/с*км <sup>2</sup>
Баргушад с Акери	5 650	38,4	1 211	214	6,80
Охчучай	1 140	10,0	315	277	8,77
Акери	2 570	153	483	188	5,95
Тергер	2 650	23,1	729	275	8,72
Араз	102	290	9,16	90	2,85

*Источник: Прикладная гидрология, 2010 [6]*

### Диаграмма рек по площади водосбора



**Рисунок 4** – Диаграмма, сравнивающая основные реки региона по площади водосбора (на основе данных Таблицы 3; И. Байрамов)

Таблица 3 показывает, что реки Акери и Тертерчай обладают большим гидрологическим потенциалом.

В гидрогеологическом отношении для горно-складчатой зоны Малого Кавказа (Восточный Зангезур и Западный Гарабаг) и Кура-Аразской равнины (Джабраильский район (Восточный Зангезур) и Восточный Гарабаг) характерны следующие особенности:

А) Кура-Аразская низменность (Джабраильский район (Восточный Зангезур) и Восточный Гарабаг): характеризуется наличием подземных вод с высокой минерализацией. Подземные воды собираются в конусах выноса рек. В мезозойских отложениях обнаружены источники высокотемпературных минерализованных термальных вод;

Б) Горно-складчатая зона Малого Кавказа (Восточный Зангезур и Западный Гарабаг): до 40% поверхностных вод составляют подземные воды. Имеются газированные минеральные и термальные источники с уникальным химическим составом и лечебной ценностью (Истису, Ширлан и др.).

В результате изучения региона с помощью ГИС-технологий предлагается подготовить общие и локальные гидрологические модели и карты. Эта модель будет способствовать изучению свойств воды в трубопроводах, каналах, озерах и реках, тем самым анализируя изменения свойств воды и воздействующие на нее процессы, а также регулирование общего гидрологического режима [11]. Исследование территории аэрокосмическими методами также сыграет важную роль в изучении подземных вод.

#### Список цитированных источников

1. Azərbaycanada su problemləri / R. M. Qaşqay. – Coğrafiya və Təbii resurslar. – Bakı : “Avropa”, 2015 (№1). – səh. 53–57.
2. Coğrafi İnformasiya Sistemləri / A. Ş. Mehdiyev, A. İ. İsmayılov. – Bakı : “Müəllim”, 2011. – 232 səh.
3. Çay axımı / F. Ə. İmanov. – Bakı : BDU nəşriyyatı, 2002. – 208 səh.

4. Hidrologiya / F. Ə. İmanov, V. A. Məmmədov, İ. M. Abdullayev. – Bakı : “MBM”, 2014. – 564 səh.
5. Məsafədən zondlamanın fiziki əsasları / A.Ş.Mehdiyev, B.M.Əzizov, A.N.Bədəlova. – Bakı : “Mülki Aviasiya”, 2014. – 306.
6. Tətbiqi hidrologiya / F. Ə. İmanov. – Bakı : “MBM”, 2010. – 232 səh.
7. Azərbaycan Respublikası. Coğrafi atlas (Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi Geodeziya və Kartoqrafiya üzrə Dövlət Agentliyi Bakı Kartoqrafiya Fabriki) / Direktor: Bayramov M. T., 2018. – 207 səh.
8. Геоинформационные системы: Учебное пособие / Ципилева Т. А. – Томск : Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. – 162 с.
9. Разумная вода: интегрированное управление водными ресурсами на базе смарт-технологий и моделей для умных городов / В. П. Куприяновский, А. С. Щичко, Д. Е. Намиот, Ю. В. Куприяновская. – International Journal of Open Information Technologies. – Vol 4. – No: 4. – 2016. – P. 20–29.
10. Qarabağ və Şərqi Zəngəzurda nəqliyyat-logistika imkanlarının mövcud vəziyyəti: planlaşdırılan layihələr və onların gələcək inkişaf istiqamətləri / İ. A. Bayramov – Bakı Dövlət Universiteti Coğrafiya fakültəsi Tələbə Elmi Cəmiyyətinin İşğaldan azad olunmuş ərazilərin bərpasında gənclərin roluna həsr olunmuş “Azərbaycan Respublikasının iqtisadi rayonlarında davamlı inkişafın coğrafi problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransının materialları. Bakı – 2022, “Ecoprint”, 236 s. – səh. 175-178.
11. Колебания уровня вод Каспийского моря и их влияние на экономику прибрежных регионов Азербайджанской Республики / И. А. Байрамов, И. И. Гасымова // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: достижения и инновации : сб. науч. статей. – Уфа, РФ / НИЦ Вестник Науки, 2022. – 186 с. (Секция 11. Географические науки). – С. 165–178.
12. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

УДК 628.16

## **ОЗОНИРОВАНИЕ – ЛУЧШИЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ВОДЫ В БАССЕЙНЕ**

*С. Г. Белов, Г. О. Наумчик*

УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь  
vvit@bstu.by

### **Аннотация**

Хлор является традиционным и самым надежным дезинфектантом, однако при его применении в бассейнах возникает ряд проблем, таких как аллергические реакции организма купальщиков, необходимость шокового хлорирования и т.д. Для устранения данных проблем предложено использовать озонирование как самостоятельно, так и в сочетании с хлорированием. При этом достигается высокая степень обеззараживания, хороший эффект последствия в чаше бассейна и значительно снижается расход активного хлора.