

ISSN 1998 – 7838

«ПАРАСАТ» ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ХОЛДИНГІ» АҚ  
«ГЕОГРАФИЯ ИНСТИТУТЫ» ЖШС

АО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ХОЛДИНГ “ПАРАСАТ”»  
ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

JSC «NATIONAL  
SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL  
HOLDING “PARASAT”»  
LLC «THE INSTITUTE OF GEOGRAPHY»

# ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ



## ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ



## Issues of Geography and Geoecology

4

ҚАЗАН – ЖЕЛТОҚСАН 2014 ж.  
ОКТЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2014 г.  
OCTOBER – DECEMBER 2014

ЖУРНАЛ 2007 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 2007 ГОДА  
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 2007

ЖЫЛЫНА 4 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД  
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ

АЛМАТЫ

ALMATY

Бас редакторы  
география ғылымының докторы, ҚР ҰҒА академигі **И. В. Северский**

Бас редактордың орынбасары:  
география ғылымының докторы **Ж. Д. Достай**, география ғылымының докторы **Р. В. Плохих**

Редакция алқасы:

**С. А. Абдрахманов**; география ғылымының докторы **Ф. Ж. Акиянова**; география ғылымының докторы **Э. К. Ализаде** (Әзербайжан); география ғылымының докторы **Н. А. Амиргалиев**; география ғылымының докторы **В. П. Благовещенский**; Еуропа мен Азиядағы Халықаралық ғылым академиясының академигі (IASEA), доктор, профессор **Цуи Вэйхун** (Қытай); география ғылымының докторы **Г. В. Гельдыева**; география ғылымының докторы **А. П. Горбунов**; география ғылымының докторы **С. Р. Ердаuletov**; жаратылыстану ғылымдарының докторы **Я. Ленчке** (Германия); география ғылымының докторы **И. М. Мальковский**; ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, география ғылымының докторы **А. Р. Медеу**; география ғылымының докторы **У. И. Муртазаев** (Тәжікстан); геология-минералогия ғылымының кандидаты **Э. И. Нурмамбетов**; география ғылымының докторы **И. Б. Скоринцева**; география ғылымының кандидаты **Т. Г. Токмагамбетов**; география ғылымының докторы **Л. С. Толеубаева**; техника ғылымының докторы **А. А. Турсунов**; география ғылымының кандидаты **Р. Ю. Токмагамбетова**; доктор, профессор **Ю. Шур** (АҚШ); география ғылымының докторы **А. А. Эргешов** (Қырғызстан); география ғылымының кандидаты **В. С. Крылова** (жауапты хатшы)

Главный редактор  
академик НАН РК, доктор географических наук **И. В. Северский**

Заместители главного редактора:  
доктор географических наук **Ж. Д. Достай**, доктор географических наук **Р. В. Плохих**

Редакционная коллегия:

**С. А. Абдрахманов**; доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**; доктор географических наук **Э. К. Ализаде** (Азербайжан); доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**; доктор географических наук **В. П. Благовещенский**; академик Международной академии наук Европы и Азии (IASEA), доктор, профессор **Цуи Вэйхун** (Китай); доктор географических наук **Г. В. Гельдыева**; доктор географических наук **А. П. Горбунов**; доктор географических наук **С. Р. Ердаuletov**; доктор естественных наук **Я. Ленчке** (Германия); доктор географических наук **И. М. Мальковский**; член-корреспондент НАН РК, доктор географических наук **А. Р. Медеу**; доктор географических наук **У. И. Муртазаев** (Таджикистан); кандидат геолого-минералогических наук **Э. И. Нурмамбетов**; доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**; кандидат географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**; доктор географических наук **Л. С. Толеубаева**; доктор технических наук **А. А. Турсунов**; кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**; доктор, профессор **Ю. Шур** (США); доктор географических наук **А. А. Эргешов** (Кыргызстан); кандидат географических наук **В. С. Крылова** (ответственный секретарь)

Editor-in-Chief  
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **I. V. Severskiy**

Deputy Editor-in-chief:  
Doctor of Geographical Sciences **Zh. D. Dostai**, Doctor of Geographical Sciences **R. V. Plokhikh**

Editorial Board:

**S. A. Abdrakhmanov**; Doctor of Geographical Sciences **F. Zh. Akiyanova**; Doctor of Geographical Sciences **E. K. Alizade** (Azerbaijan); Doctor of Geographical Sciences **N. A. Amirgaliyev**; Doctor of Geographical Sciences **V. P. Blagoveshchenskiy**; Academician of the International Academy of Sciences for Europe and Asia (IASEA), Doctor, Full professor **Cui Weihong** (China); Doctor of Geographical Sciences **G. V. Geldyeva**; Doctor of Geographical Sciences **A. P. Gorbunov**; Doctor of Geographical Sciences **S. R. Yerdavletov**; Doctor Rerum Naturalium **J. Lentschke** (Germany); Doctor of Geographical Sciences **I. M. Malkovskiy**; Corresponding Member of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **A. R. Medeu**; Doctor of Geographical Sciences **U. I. Murtazayev** (Tajikistan); Candidate of Geological and Mineralogical Sciences **E. I. Nurmamбетov**; Doctor of Geographical Sciences **I. B. Skorintseva**; Ph.D. **T. G. Tokmagambetov**; Doctor of Geographical Sciences **L. S. Toleubayeva**; Doctor of Technical Sciences **A. A. Tursunov**; Ph.D. **R. Yu. Tokmagambetova**; Doctor, Full professor **Yu. Shur** (USA); Doctor of Geographical Sciences **A. A. Ergeshov** (Kyrgyzstan); Candidate of Geographical Sciences **V. S. Krylova** (Senior Secretary)

«Вопросы географии и геоэкологии» ISSN 1998 – 7838  
Собственник: ТОО «Институт географии»

Подписной индекс для юридических лиц: 24155

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г. и перерегистрации № 11303-Ж от 22 декабря 2010 г. выдано Министерством связи и информации Республики Казахстан

Адрес редакции:

050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра / Пушкина, 67/99

Тел.: +7(727)291-81-29, факс: +7(727)291-81-02

E-mail: geography.geoecology@gmail.com, ingeo@mail.kz, сайт: <http://www.ingeo.kz>

УДК 63.001.12/.18+631+633/635+63:338.43

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТЕНИЕВОДСТВА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

М. А. Копытина, А. Усен

НС лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

**Ключевые слова:** растениеводство, сельское хозяйство, валовой сбор, посевные площади, урожайность.

**Аннотация.** Рассмотрено современное состояние земельных ресурсов и земледелия Алматинской области РК. Дана оценка развития растениеводства за 2000–2013 годы. Выявлены основные его проблемы, оказывающие влияние на обеспечение продовольственной безопасности республики.

Основной целью государственной политики в сфере развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан являются обеспечение страны продовольствием, промышленности – сырьем, увеличение экспортных возможностей аграрного сектора. Сельское хозяйство области – важный сектор экономики, играющий существенную роль в обеспечении населения продуктами питания. Развитию сельского хозяйства способствует, прежде всего, наличие огромного земельного фонда с обширными площадями сельскохозяйственных угодий. Природные условия Алматинской области, их многообразие обуславливают значительные потенциальные возможности для развития растениеводства и животноводства.

В сельскохозяйственном производстве Алматинской области особое место занимают растениеводство (выращивание зерновых и технических культур) и животноводство (мясошерстное овцеводство и мясо-молочное скотоводство). Отображением динамичного развития сельского хозяйства области является рост объема его валовой продукции: за последние шесть лет объем валовой продукции сельского хозяйства увеличился в 2,8 раза. В 2013 году он составил 377 014,6 млн тенге, в том числе продукция растениеводства – 189 290,2 млн тенге, животноводства – 186 668,4 млн тенге [1] (рисунок 1).

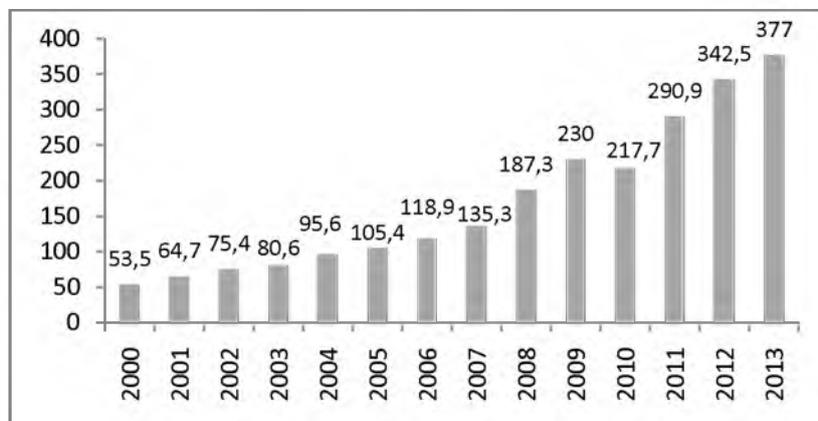


Рисунок 1 – Динамика объема валовой продукции сельского хозяйства Алматинской области, млрд тенге



Рисунок 2 – Структура сельскохозяйственных угодий, %

Земельный фонд Алматинской области является основой развития сельского хозяйства, и он составляет 22 393,6 тыс. га. Сельскохозяйственные угодья занимают 16 409,9 тыс. га (73,3%). Анализ площадей сельскохозяйственных угодий (пашни, пастбищ, сенокосов) показывает, что пастбища (14 732,9 тыс. га) являются преобладающим видом сельскохозяйственных угодий (рисунок 2) [2]. В общем объеме валовой продукции сельского хозяйства области 50,2% составляет продукция растениеводства. Вся посевная площадь основных сельскохозяйственных культур в 2013 году была 910,9 тыс. га, из которой 71,9 % приходилось на посевные площади крестьянских (фермерских) хозяйств. Анализ структуры посевных площадей области показывает, что наибольшая посевная площадь сосредоточена в Кербулакском административном районе – 97,9 тыс. га (рисунок 3) [1].

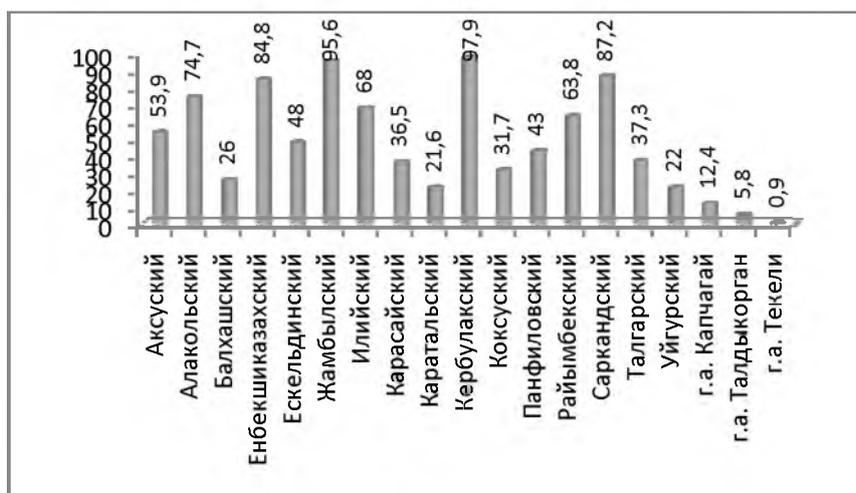


Рисунок 3 – Посевная площадь в разрезе административных районов, тыс. га

Основой развития растениеводства в Алматинской области является выращивание зерновых и технических культур. В 2013 году под зерновыми и зернобобовыми культурами было занято 445 тыс. га. Анализ динамики посевной площади под зерновыми и зернобобовыми культурами за 2001–2013 годы показывает, что с 2005 по 2013 год наблюдалось сокращение площадей на 38,9 тыс. га (рисунок 4).

Под пшеницей в 2013 году было занято 167,8 тыс. га. Основные ее посеы сосредоточены в Саркандском (23 тыс. га), Жамбылском (28,9 тыс. га) и Кербулакском (25,4 тыс. га) административных районах [1]. Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур в 2013 году составил 1152,7 тыс. т, из них: пшеница – 322,1 тыс. т, ячмень – 378 тыс. т, кукуруза на зерно – 389,4 тыс. т. Следует отметить, что наибольший валовой сбор зерновых культур в 2013 году был осуществлен в Енбекшиказахском (151,2 тыс. т), Кербулакском (134,2 тыс. т) и Панфиловском (144 тыс. т) административных районах области. Анализ среднегодовой урожайности зерновых и зернобобовых культур показал, что за последние годы она возросла в 1,1 раза и составила за последние пять лет

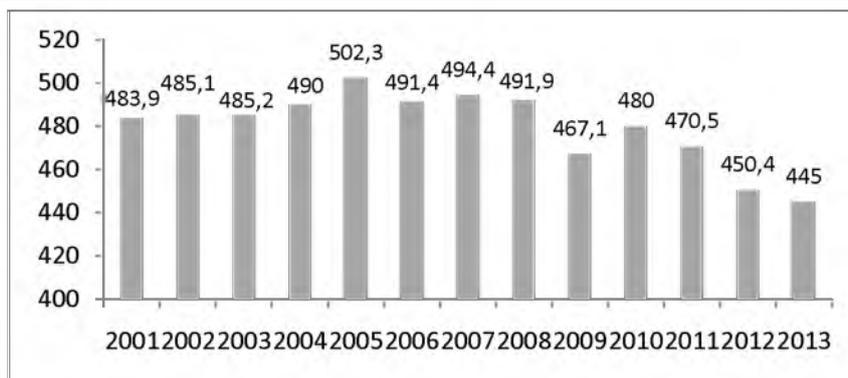


Рисунок 4 – Динамика посевной площади зерновых культур по Алматинской области, тыс. га

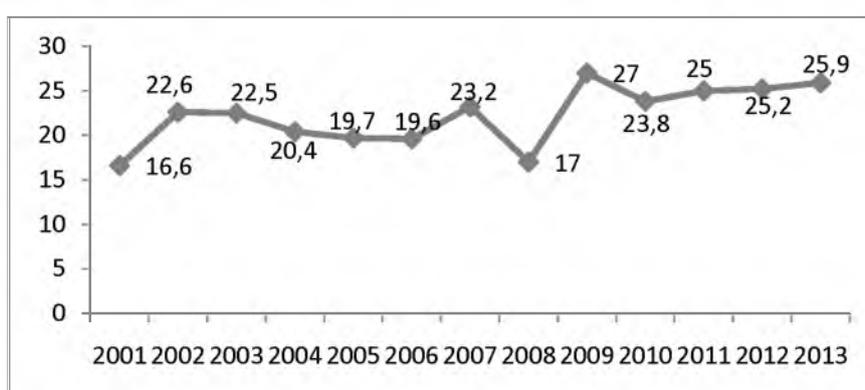


Рисунок 5 – Динамика урожайности зерновых культур по Алматинской области, ц/га

25,3 ц/га (рисунок 5). В 2013 году среднегодовая урожайность основных зерновых культур составила: пшеница – 19,2 ц/га, ячмень – 19,8 ц/га, кукуруза на зерно – 57,6 ц/га [1].

Анализ материальных затрат при выращивании зерновых культур в мелких крестьянских хозяйствах области показал, что отсутствуют финансовые средства на приобретение минеральных и органических удобрений для улучшения плодородия почвы и повышения урожайности культур, что вызывает угрозу истощения плодородия почв и резкого снижения урожайности. В условиях, когда минеральные удобрения практически не вносятся, особенно возрастает значение зерно-бобовых культур, обогащающих почву азотом, однако на их долю в структуре зерновых культур приходится всего 1%.

Картофель и овощи являются одними из самых потребляемых населением области сельскохозяйственных культур, которые выращиваются повсеместно. Посевная площадь картофеля за последние 13 лет увеличилась на 4,8 тыс. га и составила в 2013 году 37,1 тыс. га. Анализ динамики посевных площадей картофеля показывает, что наибольшая посевная площадь картофеля приходится на Райымбекский и Енбекшиказахский административные районы – 6,5 и 5,7 тыс. га соответственно. Под овощными культурами в 2013 году было занято 31,5 тыс. га, с 2000 года наблюдается увеличение этих посевных площадей на 13,1 тыс. га (рисунок 6) [1].

Валовой сбор картофеля в 2013 году составил 653,9 тыс. т, овощей – 895,6 тыс. т. В результате анализа динамики валового сбора картофеля и овощных культур обнаружено, что с 2000 года он увеличился на 235,9 и 539,2 тыс. т соответственно (рисунок 7).

Анализ валового сбора картофеля по области показал, что наибольший сбор картофеля наблюдался в Райымбекском (120,6 тыс. т) и Карасайском (86,2 тыс. т) административных районах. В Енбекшиказахском административном районе и г.а. Капчагай собирают больше всего овощей – 276,1 и 132,8 тыс. т соответственно [1]. Среднегодовая урожайность картофеля за последние пять лет составила 170,6 ц/га, овощей – 262,1 ц/га (рисунок 8) [1].

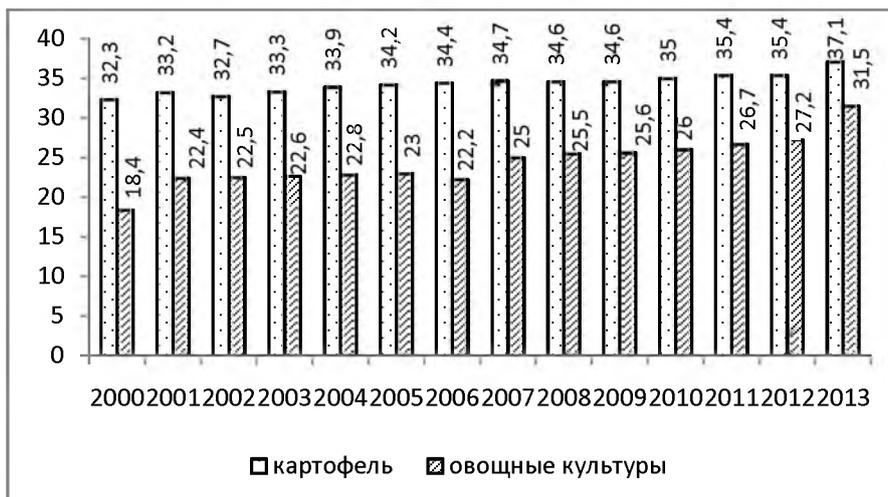


Рисунок 6 – Динамика посевной площади картофеля и овощных культур по Алматинской области, тыс. га

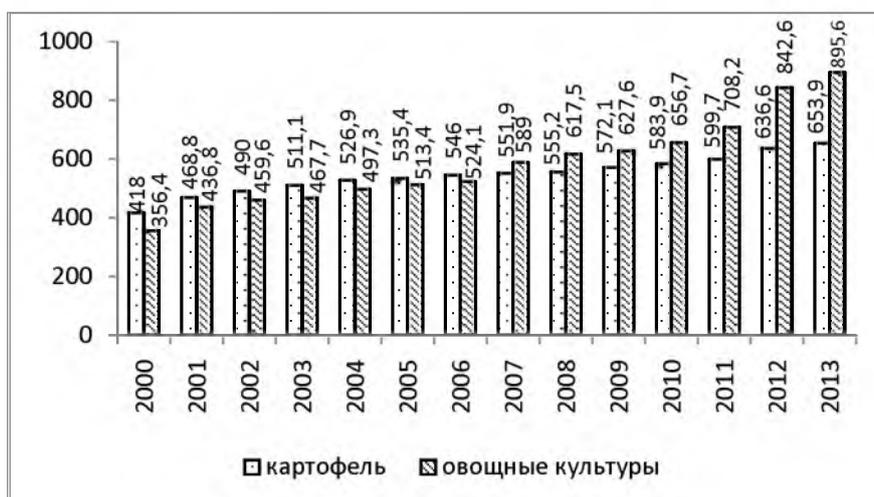


Рисунок 7 – Динамика валового сбора картофеля и овощных культур по Алматинской области, тыс. т

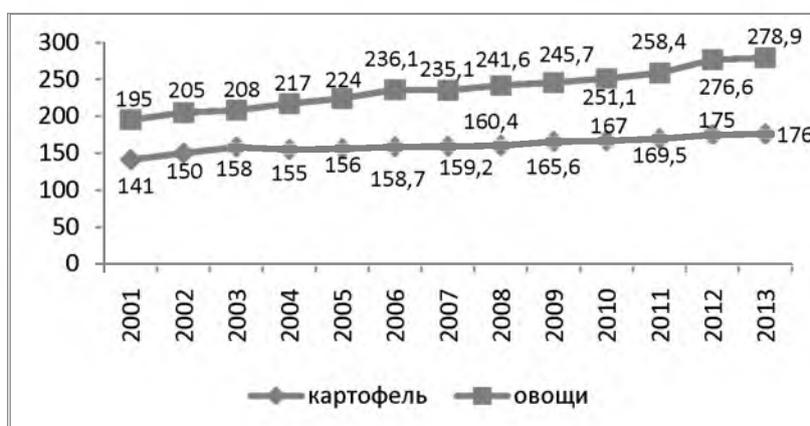


Рисунок 8 – Динамика урожайности картофеля и овощных культур, ц/га

Подсолнечник и сахарная свекла (фабричная) наряду с зерновыми являются определяющими сельскохозяйственными культурами, выращиваемыми в Алматинской области. Под подсолнечником в 2013 году было занято 31,4 тыс. га, за последние 13 лет посевная площадь подсолнечника увеличилась на 9,1 тыс. га. Наибольшие посевы подсолнечника приходятся на Алакольский (11,8 тыс. га) и Саркандский (12,3 тыс. га) административные районы. Посевная площадь сахарной свеклы составила в 2013 году 1,6 тыс. га. Следует отметить резкое сокращение посевов сахарной свеклы по области с 2008 года до настоящего времени. Производство сахарной свеклы требует значительных посевных площадей и больших материально-технических затрат. Ее производством занимаются в основном фермерские хозяйства, производящие 87,2% валового сбора свеклы и имеющие небольшие наделы земли. С началом финансового кризиса многие из них обанкротились, что привело к резкому сокращению посевов и к сокращению ее производства. Более половины всех посевов сахарной свеклы в 2010–2013 годы приходилось на Ескельдинский (1,0 тыс. га) административный район (рисунок 9) [1].



Рисунок 9 – Динамика валового сбора подсолнечника и сахарной свеклы по Алматинской области, тыс. т

Выращивание кормовых культур играет важную роль в развитии животноводства области. В 2013 году посевная площадь под кормовыми культурами составила 230,2 тыс. га, в том числе 189,9 тыс. га под многолетними травами, под кукурузой (на силос и зеленый корм) – 8,2 тыс. га и 20,7 тыс. га под однолетними травами (рисунок 10). Выращивают кормовые культуры в основном фермерские хозяйства, использующие под посевы 171,4 тыс. га [1].

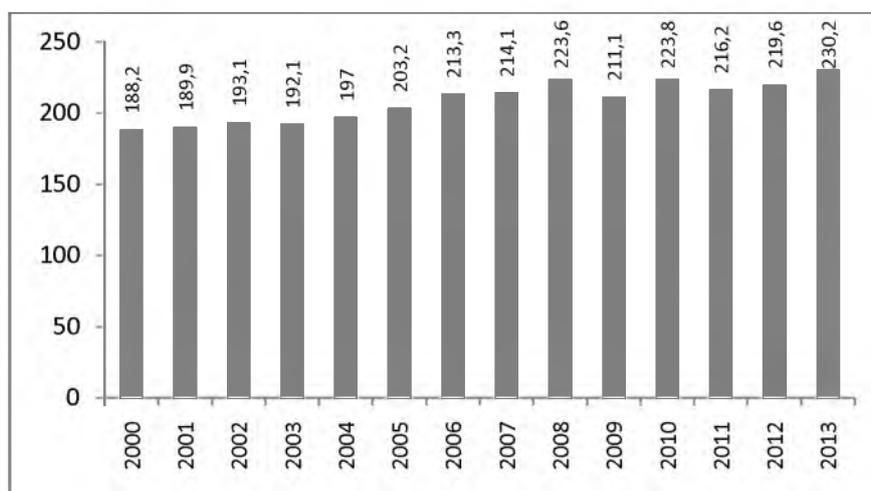


Рисунок 10 – Динамика посевной площади под кормовыми культурами Алматинской области, тыс. га

Сокращение посевов кормовых культур с 31,4 до 12% в 1990 и 2013 годах при низкой их урожайности (40,5 ц/га) привело к тому, что поголовье скота в сельхозпредприятиях было обеспечено стойловыми кормами за счет полевого кормопроизводства только на 40%. Эта ситуация приводит к угрозе снижения продуктивности животноводства и сохранности поголовья скота. Анализ современного состояния кормопроизводства свидетельствует о том, что производство кормов в области нестабильно по годам. Причинами развития негативных тенденций в кормопроизводстве являются проблемы, которые стали уже традиционными для всего сельского хозяйства республики. Одной из основных причин нестабильности урожайности многолетних трав, силосных культур и зернофуража является высокая зависимость от природно-климатических условий, которая связана с отсутствием интенсивного фактора в производстве и зависит от финансового положения сельхозпроизводителей.

SWOT-анализ современного развития растениеводства области позволил выявить сильные и слабые стороны отрасли и определить возможности и угрозы (см. таблицу).

SWOT-анализ современного развития растениеводства

Сильные стороны	Слабые стороны
<p>Благоприятные природно-климатические условия для ведения богарного и орошаемого земледелия; наличие орошаемой и богарной пашни; рост численности населения и повышение уровня его благосостояния; наличие внутреннего спроса на продукцию растениеводства; наличие институтов по кредитованию, лизинговых компаний по поставке оборудования; наличие производственного потенциала</p>	<p>Раздробленность, мелкотоварность хозяйств; недостаточно развитая сеть технически оснащенных элитно-семеноводческих хозяйств; высокая степень изношенности сельскохозяйственной техники и недостаточное оснащение специализированной техникой; наличие большого количества мелких сельскохозяйственных товаропроизводителей; низкий уровень привлечения инвестиций в отрасль; низкий уровень соблюдения агротехнологий; ограниченность поливных земель (для значительного увеличения объемов выращивания поливных культур); нехватка квалифицированных кадров; отсутствие развитой инфраструктуры по хранению сельскохозяйственных культур; нехватка оборотных средств в сельскохозяйственных формированиях; недостаточное производство сырья, необходимого ассортимента и качества</p>
Возможности	Угрозы
<p>Благоприятные климатические условия для выращивания сельскохозяйственных культур (зерновые, кормовые, технические); производство экологически чистой продукции; ежегодное увеличение объема производства; повышение уровня механизации</p>	<p>Риски, связанные со спецификой финансирования сельскохозяйственного производства (зависимость от природно-климатических факторов); повышение зависимости от импорта продукции растениеводства; снижение продовольственной безопасности страны; экономический и финансовый кризис затрудняют привлечение необходимых инвестиций в отрасль</p>

Анализ развития растениеводства в Алматинской области позволил выявить существующие проблемы и наметить возможные угрозы для ее развития:

раздробленность сельскохозяйственных формирований и малые размеры наделов земли не позволяют соблюдать научно обоснованные системы земледелия, особенно севообороты, широко использовать современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, что способствует созданию угрозы снижения продовольственной безопасности страны;

слабое внедрение современных агротехнологий и необеспеченность семенами высоких репродукций, недостаточное применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений и слабая техническая оснащенность способствуют резкому снижению урожайности сельскохозяйственных культур;

ухудшение технического и экологического состояния оросительных систем (особенно на Акдалинском и Каратальском массивах орошения) привело к нерациональному использованию орошаемой пашни и снижению урожайности сельхозкультур (риса, яровой и озимой пшеницы, ячменя), что может привести к сокращению посевов зерновых культур, определяющих продовольственную безопасность области;

высокая стоимость сельскохозяйственной техники, дороговизна банковских кредитов и их ориентация на краткосрочное кредитование и постоянное изменение в сторону увеличения ставки вознаграждения не позволяют обновлять основные средства подавляющему большинству сельхозтоваропроизводителей, что ограничивает эффективность растениеводства и снижает вероятность увеличения производственных мощностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сельское, лесное и рыбное хозяйство Алматинской области за 2009–2013 годы: Стат. сборник. – Алматы, 2014. – 246 с.  
[2] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2013 год. – Астана, 2014. – 259 с.

#### REFERENCES

- [1] Statistical bulletin "Agriculture, forestry and fisheries in Almaty region" 2009–2013 years. Almaty, 2014. 246 p.  
[2] Summary analytical report on the status and use of land in the Republic of Kazakhstan in 2013. Astana, 2014. 259 p.

### АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ӨСІМДІК ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ МЕН ОНЫҢ ДАМУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

**М. А. Копытина, А. Усен**

Ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері зертханасының ҒҚ  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

**Тірек сөздер:** өсімдік шаруашылығы, ауыл шаруашылығы, жалпы түсім, егіс алқабы, шығымдылы.

**Аннотация.** Мақалада ҚР Алматы облысының егін шаруашылығы және жер ресурстарының қазіргі жағдайы қарастырылып, 2000–2013 жылдары аралығындағы өсімдік шаруашылығының дамуына баға берілді. Республиканың азық-түлік қауіпсіздігінің қамтамасыз етілуіне әсер ететін ҚР-сы Алматы облысының өсімдік шаруашылығының негізгі мәселелері анықталды.

### CURRENT STATE OF CROP SECTOR IN ALMATY REGION AND PROBLEMS OF ITS DEVELOPMENT

**M. A. Kopytina, A. Usen**

Scientific associate of Laboratory of Landscape Science and Nature management Problems  
(Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

**Key words:** crop sector, agriculture, total yield, areas under crops, crop yield.

**Abstract.** The article considers the current state of land resources and farming in Almaty region of the Republic of Kazakhstan and estimated of developing of crop sector in 2000–2013 years. Were revealed the basic problems of development of crop sector in Almaty region affecting of providing of food security in Kazakhstan.

УДК 577.472:282.555.1

## СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НИЗОВЬЕВ РЕКИ АМУДАРЬИ

**Б. Е. Аденбаев**

Кандидат геогр. наук, заведующий кафедрой гидрологии суши  
(Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, Ташкент, Узбекистан)  
E-mail: adenbaev.b@mail.ru

**Ключевые слова:** водные экосистемы, качество воды, гидрохимические показатели, органические и неорганические вещества.

**Аннотация.** Рассмотрены современные состояния и условия функционирования водных экосистем различного типа дельты Амударьи, находящихся под антропогенным воздействием. Предложены способы их обеспечения другими источниками водного питания при резком уменьшении притока пресной воды в маловодные годы.

**Введение.** Аральская экологическая катастрофа затронула все звенья биосферы крупнейшего Приаральского региона и сопредельных территорий [1]. Особенно сильно изменились лимнические экосистемы, что повлияло на гидрологический режим водоемов и населяющих их гидробионтов. Из-за резкого дефицита воды, поступающей в дельту, многие водоемы перешли на иной источник питания. Им стал, например, коллекторно-дренажный сток, формирующийся с орошаемых территорий.

Как известно, ранее озерные системы низовьев Амударьи были сформированы на пресноводном стоке этой реки. Под влиянием нарушенного гидрологического режима, совпавшего с избыточным поступлением биогенных элементов, эти водоемы трансформировались, а их потенциал самоочищения был существенно уменьшен. Сегодня для многих озер характерно резкое изменение лимнического состояния, выраженного процессами эвтрофирования.

**Исходные материалы.** При изучении антропогенного воздействия на гидрохимический режим малых водоемов низовьев Амударьи сделана попытка исследовать трансформацию озерных систем с экологических позиций. В качестве репрезентативных величин выбраны гидрохимические показатели, которые точнее характеризуют условия устойчивых необратимых изменений под влиянием антропогенных факторов.

Исследованы озера с различным уровнем трофности (таблица 1), а также р. Амударья и ирригационные каналы, питающиеся ее водами. Гидрохимические анализы воды проводили по общепринятой методике [3, 4].

Таблица 1 – Основные морфометрические характеристики озер

Озеро	Площадь, га	Глубина, м	Средняя прозрачность, м	Минерализация, г/л
Дауткуль	1700	5	0,5	1,13–3,17
Шегекуль	49000	2	0,6	0,93–2,11
Каратерень	1800	19	0,8	1,80–6,00

*Примечание.* В маловодные годы площадь зеркала воды резко сокращается.

**Основные результаты и их обсуждение.** В этой статье вопросы гидрохимического режима озерных экосистем рассмотрены на примере озер Дауткуль, Шегекуль и Каратерень. Далее приводится их краткая гидрографическая характеристика.

Оз. Дауткуль расположено на правом берегу Амударьи, в 47 км севернее г. Нукуса. Берега озера пологие, слабоизрезанные. Вода озера используется на орошение сельхозугодий и для поддержания водообеспеченности массивов лиманных сенокосов.

Это озеро в течение длительного периода получало воду из Амударьи. В последние годы в связи с резким сокращением речного стока практически прекратилось поступление воды по малочисленным протокам, что привело к резкому снижению уровня воды озера. Подпитка озера коллекторно-дренажными водами резко ухудшила его гидрологический и гидрохимический режимы.

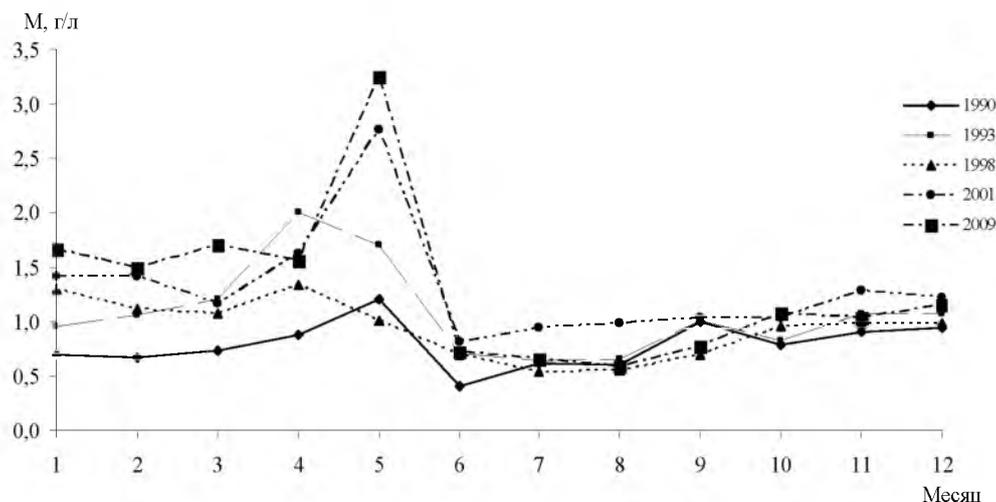
Оз. Шегекуль расположено в северо-западной части междуречья Кипчакдарьи и Акдарьи (низовье Амударьи). В результате перекрытия дамбой русла Акдарьи образовалось Междуреченское водохранилище. Несмотря на незначительную глубину, озеро имеет большое значение для дельтовой части, так как из него питается водой вся Муйнакская зона, Сарыбасский и Муйнакский заливы. Вода из этого водохранилища поступает также в системы озер Майпост и Макпалкуль. Мелководность и сравнительно небольшой объем воды в озере затрудняют его дальнейшую эксплуатацию. В современных условиях уровень воды в озере регулируется лишь с помощью сливной плотины и нескольких водовыпускных систем, вода из которых поступает в оз. Майпост. Береговая линия озера плавная, а берега пологие. Грунты водоема представлены в основном черными остатками, на отдельных участках – песком. Дно озера преимущественно ровное, местами отмечены небольшие углубления руслового характера.

Оз. Каратерень расположено у подножия останцевой возвышенности Бельтау в Тахтакупырском районе. Водоем в течение длительного периода существовал за счет сбросных вод с рисовых полей и из концевых сбросов ирригационных каналов. На севере озера построена перекачивающая станция с двумя насосами (мощность 5 м<sup>3</sup>/с), поднимающая воду на 27 м и способствующая водообмену в озере. Основные источники водного питания – грунтовые и сбросные воды.

В настоящее время водоем питается коллекторно-дренажной водой Джилванского коллектора-сброса. Берега озера пологие, углубляющиеся к середине впадины, большая часть поверхности которой занята мощными отложениями илов. Наиболее широко распространены черные илы с примесью песков, глины, полуразложившиеся органические остатки и ракушечник. Черные илы преобладают в центральной части озера, где их мощность достигает 2 м и более. У западного берега грунт песчаный с примесью ракушечника, у юго-восточного он состоит из глин с полуразложившимися органическими остатками.

Гидрохимический анализ вод Амударьи за многолетний период показывает, что вниз по течению минерализация ее воды повышается. Причем преобладают  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ , после которых в ряду уменьшающихся концентраций следуют  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . При высокой минерализации воды содержание  $\text{SO}_4^{2-}$  немного выше содержания  $\text{Cl}^-$ .

С ростом общей минерализации воды количество  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  растет, а темпы роста концентраций  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$  снижаются. Наиболее выраженную связь с плотным остатком имеют  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . В результате анализа многолетних данных установлен общий непрерывный рост минерализации амударьинской воды. Этот процесс обусловлен большими водозаборами и снижением общей водоносности самой реки и главным образом сбросом большого количества коллекторно-дренажных вод почти по всей длине реки после выхода ее из горной части на равнину (см. рисунок).



Минерализация воды в Амударье (г/л «Саманбай»)

В основном в воде изученных озер (аналогично водам Амударьи) преобладают  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  (таблица 2). Затем в порядке уменьшения содержания ионов располагаются следующим образом:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Минерализация воды в озерах подвержена сезонным изменениям. При высокой минерализации воды концентрация  $\text{SO}_4^{2-}$  незначительно выше концентрации  $\text{Cl}^-$ .

В таблице 2 приведены результаты анализа данных летних наблюдений за период маловодья (2000–2001 годы). При изучении вертикального распределения минерализации закономерным оказалось ее увеличение ко дну. К осени с уменьшением поступления воды в озера начинается постепенный рост ее минерализации, который достигает максимума весной до наступления нового паводка. Наибольшим постоянством ионного состава вода отличается зимой и весной, когда озера переходят на собственное питание. Минерализация воды и концентрация привносимых со стоком органических и неорганических веществ во многом зависят от характера питающих их вод.

Таблица 2 – Ионный состав воды озер (числитель – в мг-экв/л, знаменатель – в мг/л)

Озеро	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	$\Sigma_u$ , г/л
Дауткуль	$\frac{2,80}{170,8}$	$\frac{16}{568}$	$\frac{12,8}{614,4}$	$\frac{2,40}{48}$	$\frac{14,4}{172,8}$	$\frac{14,8}{370}$	1,94
Шегекуль	$\frac{2}{122}$	$\frac{25}{887}$	$\frac{31}{148}$	$\frac{9}{180}$	$\frac{25}{300}$	$\frac{24}{600}$	2,64
Каратерень	$\frac{1,48}{90,2}$	$\frac{10}{355}$	$\frac{13,7}{660,5}$	$\frac{2,40}{48}$	$\frac{14,4}{172,8}$	$\frac{8,44}{211}$	1,34

Биогенный режим в озерах также изменчив в течение года. Он зависит от календаря сельскохозяйственных работ и показывает состояние загрязнения водоемов. Соединения N и P появляются в последние годы как в амударьинской, так и в оросительной и коллекторно-дренажной водах. В амударьинской и оросительной водах содержание  $\text{NH}_4^+$  составляет 0,03–0,089,  $\text{NO}_3^-$  – 0,01–0,016,  $\text{PO}_4^{3-}$  – 0,09–0,12 мг/л, в коллекторно-дренажной воде – 0,12–7,2; 0,34–2,8 и 2–12,6 мг/л соответственно. В озерах Дауткуль, Шегекуль и Каратерень содержание  $\text{NH}_4^+$  равно 0,7–2,75 мг/л (превышение ПДК в 4,6–18,3 раза), а количество  $\text{NO}_3^-$  – 1,2–1,91 мг/л (превышение ПДК в 2,8–3,28 раза) (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание биогенных элементов в озерах, мг/л

Озеро	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{PO}_4^{3-}$
Дауткуль:				
ст. 1	0,70	1,40	0,055	0,075
ст. 2	1,20	1,20	0,053	0,077
ст. 3	1,30	1,10	0,048	0,078
Шегекуль:				
ст. 1	2,75	1,20	1,60	1,00
ст. 2	2,25	0,330	0,640	0,700
ст. 3	1,90	0,160	0,190	0,096
Каратерень:				
ст. 1	0,90	1,91	0,025	0,140
ст. 2	1,40	1,75	0,170	0,040
ст. 3	1,20	1,50	0,028	0,010

Качество природных вод необходимо оценивать с помощью показателей, достаточно чутко реагирующих на фоновые загрязнения. К таким показателям относятся растворенный кислород (БПК), органическое вещество (ОВ), оцениваемое по БПК, и перманганатная окисляемость (ПО). Использование БПК<sub>5</sub> дает возможность учитывать содержание в воде лабильного ОВ и получать ориентировочное представление об идущих в толще воды процессах биохимического окисления. Этот показатель незаменим при качественной и количественной характеристиках ОВ. Наиболее высокие значения БПК<sub>5</sub> отмечены в оз. Шегекуль, наименьшие – в оз. Каратерень в поверхностном слое (таблица 4). В оз. Шегекуль в придонных слоях воды БПК<sub>5</sub> больше, чем на поверхности. В оз. Дауткуль по вертикали водной толщи значения БПК<sub>5</sub> распределены равномерно и указывают на содержание значительных количеств нестойкого быстро окисляемого ОВ автохтонного происхождения. Уменьшение БПК<sub>5</sub> в этом случае происходит под влиянием биохимического окисления ОВ.

Таблица 4 – Основные морфометрические и лимнические характеристики водоемов

Озеро	Глубина, м	Содержание $\text{O}_2^*$	БПК <sub>5</sub> , мг $\text{O}_2/\text{л}$	ПО, мг $\text{O}_2/\text{л}$	pH	БПК <sub>5</sub> /ПО
Дауткуль	0,3	7,36 / 98,9	6,4	8,0	8,0	0,80
	1,0	7,04 / 93,7	6,4	7,52	7,5	0,85
	2,3	7,36 / 98,0	6,4	7,84	7,5	0,82
Шегекуль	0,3	1,80 / 64,5	9,6	12,8	8,0	0,75
	1,0	4,20 / 55,4	10,2	12,0	7,5	0,85
Каратерень	0,3	6,80 / 87,1	5,6	7,0	8,0	0,80
	1,5	5,00 / 79,5	6,2	8,0	8,3	0,70
	3,0	4,00 / 52,7	6,8	9,0	8,3	0,75

\* Числитель – в мг/л, знаменатель – % насыщения.

Концентрации ОВ водоемов определены по значениям ПО. В нефильтованной воде ПО характеризует содержание растворенного и взвешенного в воде ОВ, его стойкую в биохимическом отношении фракцию. Согласно данным таблицы 4 значения ПО в озерах выше значений БПК<sub>5</sub>. Природные воды, богатые стойким ОВ, характеризуются большими значениями БПК по сравнению с ПО, а в незагрязненных природных водах, наоборот, значения БПК меньше значений ПО.

По отношению БПК<sub>5</sub>/ПО можно судить об усвояемости ОВ бактериями. Это отношение представляет собой коэффициент нестойкости ОВ, образованного в результате деятельности фитопланктона или внесенного извне. При БПК<sub>5</sub>/ПО = 0,8–1,2 в водоеме преобладает ОВ фитопланктона, а при БПК<sub>5</sub>/ПО > 1,2 – бытовые и промышленные загрязняющие вещества [2].

БПК<sub>5</sub> – наиболее важный показатель качества воды при естественном состоянии водоема и антропогенном загрязнении.

В воде водоемов из-за наличия большого количества легкоокисляющихся **ОВ** в придонных слоях значительно снижается содержание растворенного кислорода. Наименьшее его количество отмечено в оз. Каратерень (4,0 мг О<sub>2</sub>/л).

Во всех озерах в течение исследованного периода рН 7,5–8. Температура воды летом составляла 29,3–30,0 °С.

**Выводы.** Водотоки и водоемы низовьев Амударьи, как естественные, так антропогенные, подвержены сильному антропогенному воздействию, нарушающему саморегуляцию биологических процессов в водоемах.

Минерализация вод Амударьи, оросительных каналов и коллекторно-дренажного стока подвержена сезонным изменениям и превышает ПДК в 2–3 раза.

Минерализация воды в озерах подвержена резким сезонным внутригодовым колебаниям и зависит от качества и количества поступающего в их чашу стока.

Привносимые со стоком органические и неорганические вещества влияют на баланс и режим внутриводоемных геохимических и биологических процессов, а также на качество воды водоемов и являются пусковым механизмом перестройки экосистем.

Проведенные исследования дают представление о содержании и особенностях распределения кислорода, значениях **ПО** и **БПК<sub>5</sub>** в водоемах Каракалпакии в условиях сильного антропогенного воздействия.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Глазовский Н.Ф. Концепция выхода из Аральского кризиса // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1990. – № 4. – С. 28-44.
- [2] ГОСТ 17. 1. 2. 04-77. Охрана природы и гидросферы. – М.: Госстандарт, 1977. – 130 с.
- [3] Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. – М.: Химия, 1971. – 376 с.
- [4] Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
- [5] Рубинова Ф.Э. Изменение стока р.Амударьи под влиянием водных мелиораций в ее бассейне // Труды САНИГМИ. – 1985. –Вып. 106 (187). – 113 с.
- [6] Чембарисов Э.И. Гидрохимия орошаемых территорий (на примере бассейна Аральского моря). – Ташкент: Фан, 1988. – 108 с.

#### REFERENCES

- [1] Glazovskiy N.F. The concept of exit from the Aral Sea crisis, Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR. Ser. Geogr. 1990, N 4, P. 28-44 (in Russian).
- [2] GOST 17.1.2.04-77. Nature and Hydrosphere protection. Moscow: Gostandart, 1977. 130 p. (in Russian).
- [3] Lurie Yu. Yu. Standardized methods for water analysis. Moscow: Chemistry, 1971. 376 p. (in Russian).
- [4] Novikov Y. V., Lastochkina K. O., Boldina Z. N. Methods of investigation of ponds water quality. Moscow: Medicine, 1990. 400 p.
- [5] Rubinov F. E. Changing Amu Darya river runoff under the influence of water melioration in the basin. Transactions of SANIGMI, 1985. Vol. 106 (187). 113 p. (in Russian).
- [6] Chembarisov E. I. Hydrochemistry of Irrigated Areas (by an example of the Aral Sea). Tashkent: Fan, 1988. 108 p. (in Russian).

### ӘМУДАРИЯ САҒАСЫНДАҒЫ СУ ЭКОЖҮЙЕСІНІҢ ҚАЗІРГІ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

**Б. Е. Аденбаев**

Геогр. ғылымының кандидаты, құрлық гидрологиясы кафедрасының меңгерушісі  
(М. Ұлықбек атындағы Өзбекстан Ұлттық университеті, Ташкент, Өзбекстан)

**Тірек сөздері:** су экожүйесі, су сапасы, гидрохимиялық көрсеткіштері, органикалық және органикалық емес зат.

**Аннотация.** Антропогендік ықпалдан болған Әмудария атырауындағы әртүрлі типтегі су экожүйесінің жұмыс істеу жағдайлары мен қазіргі ахуалы қарастырылған. Суы аз жылдардағы ашысу құйылымдарының күрт төмендеу кезінде оларды су қорегінің басқа көздерімен қамтамасыз ету ұсынылған.

---

---

**THE PRESENT HYDROCHEMICAL STATE OF WATER ECOSYSTEM  
OF THE LOWER AMUDARYA****B. E. Adenbaev**Candidate of Geographical science, Head of chair of land hydrology  
(National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan)**Key words:** water ecosystem, water quality, hydrochemical indicators, organic and inorganic materials.**Abstract.** The present state and functioning condition of water ecosystem of various types Amu Darya delta under anthropogenic influence are considered. The ways of providing other sources of water supply at sharp decrease in the inflow of fresh water in low-water years are proposed.

УДК 556.16

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НИЗОВЬЕВ РЕКИ АМУДАРЬИ  
В УСЛОВИЯХ УСИЛЕННОГО ХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ****Б. Е. Аденбаев<sup>1</sup>, О. А. Хайдарова<sup>2</sup>, Ф. Х. Хикматов<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Кандидат геогр. наук, заведующий кафедрой гидрологии суши  
(Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан)<sup>2</sup>С.н.с. – соискатель (Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан)<sup>3</sup>Доктор геогр. наук, профессор (Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,  
Ташкент, Узбекистан)

E-mail: adenbaev.b@mail.ru, xaydarova01@mail.ru, hikmatov\_f@mail.ru

**Ключевые слова:** водные ресурсы, гидрологический режим, водозабор, уменьшение стока, водообеспеченность территории.**Аннотация.** Рассмотрены вопросы изменения стока реки Амударья по ее длине и во времени в условиях усиленного хозяйственного использования водных ресурсов. Основное внимание уделено изучению влияния крупных ирригационных каналов на уменьшение стока реки, особенно в ее низовьях.**Введение.** Интенсивно увеличивающееся использование водных ресурсов для различных видов хозяйственных нужд приводит к существенным изменениям водного режима рек. В условиях Средней Азии, где развито орошаемое земледелие и достаточно заметно потребление воды на промышленные нужды, влияние антропогенных факторов сильно сказалось на изменении гидрологического режима и общем уменьшении стока рек. К числу таких рек относится и Амударья, особенно ее низовья.

Общие теоретические и методологические вопросы исследования гидрологического режима низовьев реки Амударья в естественных условиях наиболее подробно освещены в работах А. К. Проскуракова [4], М. М. Рогова и др. [6], В. Л. Шульца [11]. В последующем, в условиях усиленного антропогенного влияния на сток рек, эти вопросы были рассмотрены в работах И. А. Шикломанова [10], Ф. Э. Рубиновой и др. [7], В. Е. Чуба [9], Ф. Х. Хикматова и др. [8] и др.

Ознакомление и анализ результатов приведенных и других литературных источников [1, 3] показали, что, несмотря на большое число публикаций, гидрометеорологические аспекты территориального перераспределения стока реки Амударья и водообеспечения ее низовьев не рассматривались как взаимосвязанная проблема. Поэтому целью настоящей статьи является изучение динамики водозабора из реки Амударья крупными ирригационными каналами и их влияния на водообеспеченность в ее нижнем течении. Нами рассмотрены следующие **основные задачи:** изучение динамики использования водных ресурсов Амударьи; оценка влияния водо-

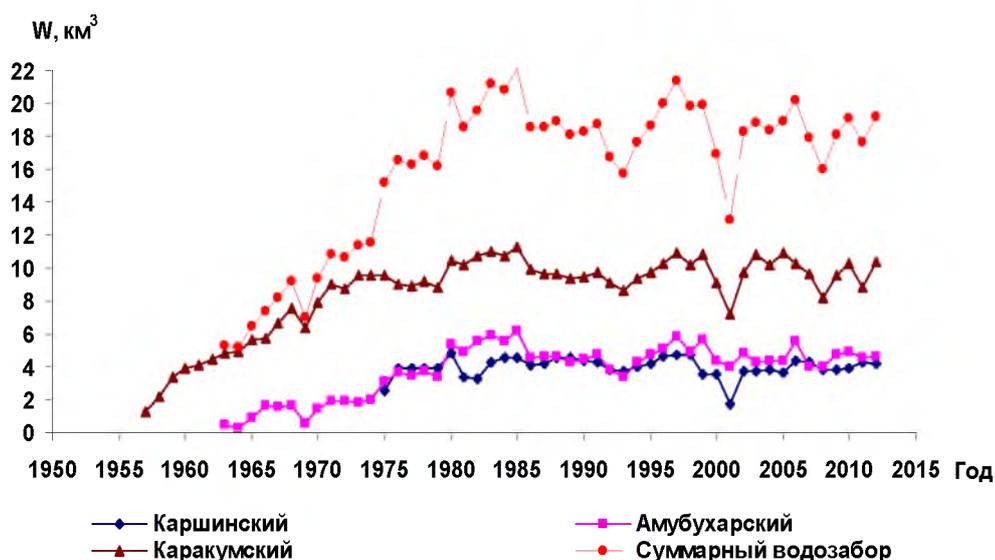
забора для ирригации на изменение стока реки Амударьи по ее длине и во времени; оценка водохозяйственных мероприятий, проведенных в бассейне Амударьи, на современную и перспективную водообеспеченность ее низовьев.

**Исходные материалы.** Для решения поставленных задач в качестве основной исходной информации использованы материалы стандартных гидрометеорологических сетевых наблюдений Узгидромета, Министерства водного и сельского хозяйства Республики Узбекистан по стоку воды реки Амударьи и крупным ирригационным каналам, а также результаты опубликованных исследований. Основными исходными данными являлись данные наблюдений на крупных ирригационных каналах, забирающих воду из реки Амударьи.

**Результаты и их обсуждение.** Низовья Амударьи расположены ниже Туямуюнского гидроузла и здесь хозяйственная деятельность оказывает особенно сильное влияние на водный режим реки. В настоящее время на этом участке реки пригодны для орошения 2336,5 тыс. га земли. В последние годы из этой площади для орошаемого земледелия используется около 697 тыс. га земель.

Во второй половине 50-х и начале 60-х годов в бассейне Амударьи развернулось мощное водохозяйственное строительство. В среднем и нижнем течении реки был построен ряд новых крупных ирригационных каналов. Следует отметить, что в настоящее время для орошения земель в среднем и нижнем течении из реки Амударьи забирают воду более 60 каналов. Из них наиболее крупными, в среднем течении реки, являются Каракумский, где водозабор в вегетационный период достигает 800–850 м<sup>3</sup>/с, Каршинский магистральный – 350–375 м<sup>3</sup>/с и Аму-Бухарский – 400 м<sup>3</sup>/с каналы. В нижнем течении Амударьи водозабор осуществляется Шаватским, Ташсакинским, Пахтаарнинским, Кызкеткенским и другими каналами, максимальные расходы которых в период вегетации колеблются от 200 до 350 м<sup>3</sup>/с.

В результате все более возрастающего водозабора по длине реки существенно уменьшается объем амударьинской воды. Этот процесс особенно заметен в среднем течении реки, и он еще более усиливается в ее низовьях. Как видно из рисунка, в среднем течении объем водозабора из реки всеми каналами начиная с середины 50-годов до начала 80-х увеличивается. В последующие годы водозабор в каналы стабилизировался. Однако 2001 год отличается наименьшим количеством водозабора на всех каналах за последние 30 лет, что обусловлено маловодьем. Особенно это наблюдается на Каракумском и Каршинском магистральном каналах. В целом за последние десятилетия (2000–2012 гг.) суммарный среднегодовой водозабор из Амударьи крупными каналами в ее среднем течении составлял 17,9 км<sup>3</sup> в год. За этот период, т.е. 2000–2012 годы, их экстремальные значения распределены следующим образом: максимальный среднегодовой водозабор соответствует 2006 году (20,2 км<sup>3</sup>), а минимальный – 2001 году (12,9 км<sup>3</sup>).



Динамика водозабора из реки Амударьи крупными магистральными каналами в ее среднем течении

Анализ гидрологических материалов показывает, что общая закономерность в многолетних колебаниях водности по длине реки оставалась стабильной до конца 50-х годов XX столетия. Антропогенные изменения речного стока резко проявились с начала 60-х годов минувшего века. Причинами этого являются высокие темпы освоения новых орошаемых земель и строительство водохозяйственных объектов в бассейне реки [7]. В соответствии с этим водный режим Амударьи до 1960 года можно принять за условно-естественный.

Материалы наблюдений на гидрологическом посту «Керки» характеризуют режим жидкого стока в верхнем участке реки в естественном состоянии до 1960 года. За этот период водозабор на орошение выше города Керки не превышал 0,5–1 % стока реки, учтенного в этом гидростворе. С вводом в эксплуатацию Каракумского канала водозабор составил примерно 10 % стока реки в этом створе. В условно-естественном периоде водозабор на участке Керки – Чатлы оставался практически постоянным, составляя 10–19 % стока реки у г. Керки. Начиная с 1960 года водозабор на этом участке возрос до 20–28 % стока у г. Керки [2]. В связи со строительством и вводом в действие Тахиаташского гидроузла в 1974 году сток воды начал фиксироваться в створе Саманбай, открытом в 15 км ниже створа Чатлы. В результате этих мероприятий данные по створу Чатлы–Саманбай уже не могут характеризовать естественный режим Амударьи [5].

В целом анализ, проведенный с учетом степени влияния хозяйственной деятельности на сток Амударьи, позволил весь рассматриваемый период разделить на условно-естественный период (УЕП) и период усиленного влияния, т.е. период усиленного хозяйственного использования водных ресурсов реки Амударьи.

В свою очередь, второй период был разделен на следующие расчетные этапы: 1) 1931–1954 гг.; 2) 1955–1966 гг.; 3) 1967–1979 гг.; 4) 1980–1990 гг.; 5) 1991–2011 гг. При выделении этих расчетных этапов были учтены годы ввода в эксплуатацию крупных ирригационных каналов и других гидротехнических сооружений.

Первый из этих периодов характеризует условно-естественный период, когда влияние хозяйственной деятельности на сток реки было минимальным. Второй период отличается интенсивным водохозяйственным использованием водных ресурсов бассейна Амударьи. Поэтому выделенные расчетные этапы за второй период также отличаются по интенсивности использования водных ресурсов. Выполненные расчеты с целью изучения изменения годового стока реки дали возможность оценить их изменения во времени и по ее длине (таблица 1).

Таблица 1 – Изменения годового стока реки Амударьи по ее длине и во времени

Гидропост	Расчетные периоды									
	УЕП		Период усиленного антропогенного влияния							
	1931-1954		1955-1966		1967-1979		1980-1990		1991-2011	
	Q, м <sup>3</sup> /с	W, км <sup>3</sup>	Q, м <sup>3</sup> /с	W, км <sup>3</sup>	Q, м <sup>3</sup> /с	W, км <sup>3</sup>	Q, м <sup>3</sup> /с	W, км <sup>3</sup>	Q, м <sup>3</sup> /с	W, км <sup>3</sup>
«Керки»	2096	66,1	1805	56,9	1639	51,2	1298	40,9	1402	44,2
«Туямуюн»	1966	62,0	1718	54,2	1359	42,8	893	28,2	854	26,9
«Чатлы-Саманбай»	1534	48,4	1197	37,8	803	25,3	183	5,77	235	7,41

Данные таблицы 1 показывают, что в 1931–1954 годы, т.е. за условно-естественный период, средние годовые объемы стока Амударьи составляли 66,1 км<sup>3</sup> у города Керки и 48,4 км<sup>3</sup> у кишлака Саманбай. Таким образом, за этот период из годового стока, проходящего через гидроствор у г. Керки до гидроствора у к. Саманбай, доходило всего 73,2 %. Поэтому дальнейшие расчеты, выполненные для других принятых расчетных этапов, нами велись относительно этих соотношений стока, т.е. учтенных на гидростворах у г. Керки и к. Саманбай за условно-естественный период.

В первом расчетном этапе второго периода, в связи с интенсивным освоением орошаемых земель в зоне среднего и нижнего течения реки, введены в эксплуатацию крупные магистральные каналы – Каракумский, Каршинский, Аму-Бухарский и другие. Это привело к значительному росту водозабора. В результате водозабор из реки стал увеличиваться как по ее длине, так и во времени. За этот период общий годовой водозабор в среднем течении повысился с 9,1 до 26,3 км<sup>3</sup>, а в

низовьях – с 12 до 23,8 км<sup>3</sup>. При этом по длине изучаемой реки годовой объем воды сократился в среднем от 56,9 до 37,8 км<sup>3</sup> (см. таблицу 1).

Анализ показал, что на всех расчетных этапах по длине Амударьи наблюдается тенденция к уменьшению ее стока. Во втором расчетном этапе объем годового стока в гидростворе Керки в среднем составлял 51,2 км<sup>3</sup>, в Туямуюне – 42,8 км<sup>3</sup> и в Саманбае – 25,3 км<sup>3</sup> в год. Среднее годовое уменьшение стока реки, учтенного у гидроствора Саманбай, составляет 59,1 % относительно верхнего створа Туямуюна.

Аналогичная картина, т.е. уменьшение стока, наблюдается также в третьем и четвертом расчетных этапах. При этом на гидростворе у г. Керки в последнем расчетном этапе среднегодовой объем стока составил 44,2 км<sup>3</sup>, в Туямуюне – 26,9 км<sup>3</sup> и в Саманбае – 7,41 км<sup>3</sup> в год. Эти величины объемов у г. Керки равны всего лишь 66,9 %, в Туямуюне – 43,3 % и в Саманбае – 15,3 % относительно условно-естественного периода. Причиной этого является возрастание водозабора из Амударьи, а также неравномерное распределение воды по длине рек и каналов. В результате этого, как правило, вышерасположенные водопотребители имеют значительные преимущества по сравнению с нижерасположенными водопользователями.

Степень использования водных ресурсов Амударьи достаточно хорошо характеризует коэффициент изъятия стока, равный отношению суммарного водозабора выше исследуемого створа к притоку из зоны формирования. Этот коэффициент определяется, с одной стороны, водностью реки и водностью года, а с другой – уровнем хозяйственного использования. На каждом уровне водохозяйственного строительства коэффициент изъятия стока растет от многоводных лет к маловодным. Коэффициент изъятия стока увеличивается во времени и по длине рек.

Анализ результатов наших расчетов показал, что в среднем течении Амударьи коэффициент изъятия стока за исследуемый период повысился с 0,02–0,06 до 0,92–1,04, а в ее нижнем течении – с 0,17–0,18 до 1,43–5,04 (таблица 2).

Таблица 2 – Средний годовой коэффициент изъятия стока из Амударьи за 1946–2010 гг.

Расчетный период	Источник водозабора	
	Среднее течение	Нижнее течение
1946-1950	0,02	0,18
1951-1955	0,02	0,17
1956-1960	0,06	0,22
1961-1965	0,14	0,37
1966-1970	0,16	0,36
1971-1975	0,33	0,83
1976-1980	0,50	1,43
1981-1985	0,81	5,04
1986-1990	0,90	2,29
1991-1995	0,63	1,43
1996-2000	0,92	3,09
2001-2005	0,86	3,08
2006-2010	1,04	3,87

**Выводы.** Таким образом, освоение новых орошаемых земель, ввод в эксплуатацию крупных ирригационных каналов и водохозяйственное строительство в бассейне Амударьи привели к перераспределению стока во времени и по длине реки. По мере проведения этих мероприятий происходили существенные изменения в водном режиме реки. Это указывает на необходимость дальнейших детальных исследований гидрологического режима низовьев Амударьи с целью осуществления гарантированной водообеспеченности Приаралья.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аденбаев Б.Е., Хайдарова О.А. Динамика использования водных ресурсов Амударьи и водообеспеченность ее низовьев // Известия Географического общества Узбекистана. – Ташкент, 2013. – Т. 42. – С. 156-160.
- [2] Аденбаев Б.Е., Курбаниязов А.К., Умаров А.З. Проблемы использования водных ресурсов трансграничных рек бассейна Амударьи // Известия Географического общества Узбекистана. – Ташкент, 2014. – Т. 43. – С. 160-163.
- [3] Достай Ж.Д. Управление гидроэкосистемой бассейна озера Балкаш. – Алматы, 2009. – 263 с.
- [4] Проскуряков А.К. Водный баланс р. Амударьи на участке от г. Керки до г. Нукуса. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 89 с.
- [5] Ресурсы поверхностных вод СССР. Средняя Азия. Бассейн р. Амударьи. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – Т. 14, вып. 3. – 471 с.
- [6] Рогов М.М., Ходкин С.С., Ревина С.К. Гидрология устьевой области Амударьи. – М.: Гидрометеиздат, 1968. – 268 с.
- [7] Рубинова Ф.Э., Какурина Е.Г., Матвеева О.С. Изменение стока Амударьи под влиянием водохозяйственного строительства в ее бассейне // Тр. САНИИ. – 1980. – Вып. 77 (158). – С. 80-89.
- [8] Хикматов Ф.Х., Аденбаев Б.Е., Ибраев Р.А. Динамика поступления речных вод в дельту реки Амударьи // Известия Географического общества Узбекистана. – Ташкент, 2008. – Т. 31. – С. 57-59.
- [9] Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. 252 с.
- [10] Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 333 с.
- [11] Щулиц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 692 с.

## REFERENCES

- [1] Adenbaev B.E., Khaidarova O.A. The dynamics of Amu Darya water resources and water supply of its lower reaches. Proceedings of the Geographical Society of Uzbekistan. Tashkent, 2013. Vol. 42. P. 156-160 (in Russian).
- [2] Adenbaev B.E., Kurbaniyazov A.K., Umarov A.Z. The problems of water management of transboundary rivers Amu Darya basin. Proceedings of the Geographical Society of Uzbekistan. Tashkent, 2014. Vol. 43 P. 160-163 (in Russian).
- [3] Dostay J.D. Management of hydroecosystems Balkhash Lake basin. Almaty, 2009. 263 p. (in Russian).
- [4] Proskuriakov A.K. Amudarya water balance in the area from Kerki to Nukus cities. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1953. 89 p. (in Russian).
- [5] Surface water resources of the USSR. Central Asia. Amu Darya river basin. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971. Vol. 14. Issue 3. 471 p. (in Russian).
- [6] Rogov M.M., Khodkin S.S., Revina S.K. Hydrology of the Amudarya mouth Area. Moscow: Gidrometeoizdat, 1968. 268 p. (in Russian).
- [7] Rubinova F.E., Kakurina E.G., Matveeva O.S. Changing of Amu Darya runoff under the influence of water management construction in the basin. Transactions of SANIGMI, 1980. Vol. 77 (158). P. 80-89 (in Russian).
- [8] Khikmatov F.H., Adenbaev B.E., Ibraev R.A. Dynamics of ingress of river water in the Amu Darya delta. Proceedings of the Geographical Society of Uzbekistan. Tashkent, 2008. Vol. 31. P. 57-59 (in Russian).
- [9] Chub V.E. Climate change and its impact on the natural resource potential of Uzbekistan. Tashkent: Transactions of SANIGMI. 2000. P. 57-59 (in Russian).
- [10] Shiklomanov I.A. The impact of economic activity on the river runoff. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. 333 p. (in Russian).
- [11] Schults V.L. The rivers of Central Asia. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1965. 692 p. (in Russian).

**СУ РЕСУРСТАРЫН ШАРУАШЫЛЫҚҚА ПАЙДАЛАНУДЫҢ  
КҮШЕЙТІЛГЕН ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ӘМУДАРІЯ САҒАСЫНДАҒЫ  
ӨЗЕНДЕРДІҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМІ**

**Б. Е. Аденбаев<sup>1</sup>, О. А. Хайдарова<sup>2</sup>, Ф. Х. Хикматов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Геогр. ғылымының кандидаты, құрлық гидрологиясы кафедрасының меңгерушісі  
(Мирзо Ұлықбек атындағы Өзбекстан ұлттық университеті, Ташкент, Өзбекстан)

<sup>2</sup> А.ғ.қ.-ізденуші (Мирзо Ұлықбек атындағы Өзбекстан ұлттық университеті, Ташкент, Өзбекстан)

<sup>3</sup> Геогр. ғылымының докторы, профессор (Мирзо Ұлықбек атындағы Өзбекстан ұлттық университеті,  
Ташкент, Өзбекстан)

**Тірек сөздер:** су ресурстары, гидрологиялық режим, су жинау, ағынның азайып кетуі, аумақтарды сумен қамтамасыздандыру.

**Аннотация.** Мақалада су ресурстарын күшейтілген шаруашылыққа пайлану жағдайы кезіндегі Әмудария өзен ағындары мен оның ұзындығы бойынша өзгерістерінің мәселелері қарастырылған. Өзен ағындарының әсіресе оның сағаларының азайып кетуіне ірі ирригациялық каналдардың әсерін зерттеу басты назарға алынды.

## HYDROLOGICAL REGIME OF THE LOWER AMUDARYA RIVER WITH THE INCREASING OF COMMERCIAL USE OF WATER RESOURCES

B. E. Adenbaev<sup>1</sup>, O. A. Khaidarova<sup>2</sup>, F. H. Khikmatov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Candidate of Geographical science, Head of chair of land hydrology  
(National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan)

<sup>2</sup>Senior researcher-candidate (National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan)

<sup>3</sup>Doctor of Geographical science (National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek,  
Tashkent, Uzbekistan)

**Key words:** water resources, hydrological regime, water intake, runoff decreasing, water supply.

**Abstract.** The questions of changing of Amu Darya river runoff by the length and time under the increasing of commercial use of water resources are considered in the article. The main attention was made to studying the influence of big irrigation canals to decreasing of runoff especially in the lower reach.

УДК 551.482.214

## О ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ, ИОННЫМ СОСТАВОМ И ВОДНЫМ СТОКОМ РЕКИ ИЛЕ

Н. А. Амиргалиев

Д.г.н., профессор, зав. лабораторией гидрохимии и экологической токсикологии  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

**Ключевые слова:** минерализация, расход воды, коэффициент корреляции, ионный сток, антропогенные факторы.

**Аннотация.** Изучен характер зависимости между минерализацией, ионным составом и водным стоком р. Иле в ее приграничной зоне. Показано отсутствие надежной корреляционной связи между минерализацией и расходами речной воды независимо от водности года. Выявлена слабая связь между ними ( $r = -0,6$  и  $-0,7$ ) в следующий год за многоводным. Для ориентировочного расчета минерализации воды выведено уравнение ее связи с ионами хлора.

По сравнению с другими водными объектами реки обладают наибольшей изменчивостью химического состава воды во времени. К числу основных факторов, определяющих эти изменения, О. А. Алекин [4] относит характер питания реки, зависящий, в свою очередь, от количества выпадающих атмосферных осадков, условий таяния снега, особенностей геологического строения, засоленности почвогрунтов, водосбора и др. П. П. Воронковым и др. [19] предложено различать следующие категории вод: поверхностно-склоновых, почвенно-поверхностных, почвенно-грунтовых и грунтовых, формирующихся на водосборах в соответствии с условиями стекания и фильтрации осадков через толщу почв и грунтов.

Установлено, что для химического состава речной воды и особенно его режима имеет значение источник питания: снег, дождь, горные снега и ледники. Снеговое питание определяет резкое повышение минерализации речной воды весной, а максимум ее отмечается зимой, иногда летом. Дождевое питание в течение теплого времени года создает частое снижение минерализации воды, а наличие высокогорного и ледникового питания рек вызывает минимум минерализации воды во время наибольшего таяния снегов в горах и на ледниках. При этом у рек, находящихся в разных физико-географических условиях, неодинаков водный и гидрохимический режим.

По характеру внутригодовых изменений минерализации воды рек в бывшем СССР выделены шесть типов гидрохимического режима: восточноевропейский, казахстанский, сибирский, дальневосточный, черноморский и Тянь-шаньский [4, 5].

Реки засушливых территорий Казахстана, естественно, относятся к «казахстанскому» типу, а реку Иле, особенно предгорную часть ее течения, видимо, можно отнести к «тянь-шаньскому» гидрохимическому типу рек. Основанием такого утверждения является то, что для ионного состава воды этой реки характерно наибольшее распространение гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-сульфатного классов, которое свойственно тянь-шаньскому гидрохимическому типу рек [15, 16].

Изучению зависимости между минерализацией, ионным составом и расходами речных вод в гидрохимической литературе отводилось важное место. Исследование этого вопроса позволит глубже понять сущность процессов формирования химического состава природных вод и его изменения в пространстве и времени. На основе установленных взаимосвязей между этими показателями можно разработать методы прогноза минерализации и ионного состава речных вод по их расходам, а также проводить расчет ионного стока малоизученных в гидрохимическом отношении рек [24].

Труды ряда известных ученых по этому важному вопросу гидрохимии посвящались выявлению особенностей формирования химического состава поверхностных вод [2, 5], установлению типа аппроксимирующего уравнения зависимости между этими показателями и применению его для расчета стока растворенных веществ [1, 22].

Детальное исследование многих рек различных климатических зон выявило решающую роль сезонной изменчивости водного стока во внутригодовом режиме минерализации и ионного стока рек [6]. Уменьшение минерализации воды во время паводка не может компенсировать резкого увеличения расхода воды, поэтому основное значение для величины ионного стока имеет количество воды, проносимой рекой. Следовательно, изменение ионного стока реки внутри года связано главным образом с внутригодовыми колебаниями водного стока. Обратная зависимость величины минерализации воды от расхода реки определяет сглаженность во внутригодовом ходе изменения ионного стока по сравнению с водным.

Наряду с указанными проблемами в современных условиях усиления антропогенных воздействий на химический состав и качество трансграничных вод, поступающих в нашу страну, изучение этого вопроса становится также актуальным. В качестве примера можно привести трансграничную реку Сырдария. В верховьях ее минерализация воды равнялась 0,3–0,5 г/дм<sup>3</sup>, при выходе из Ферганской долины достигала 1,2–1,4 г/дм<sup>3</sup>, в створе Шардара – 1,4–1,6 г/дм<sup>3</sup>, в пределах Кызылорды и Казалы – до 2,3 г/дм<sup>3</sup> [21]. Причиной роста минерализации воды по течению реки явилось, как известно, поступление в речную систему минерализованных коллекторно-дренажных вод из орошаемых территорий.

В период усиления антропогенной нагрузки на экосистемы реки и сокращения стока зарегистрировано отсутствие связи между минерализацией и водным стоком [14, 20]. Глубокие изменения произошли в основных характеристиках эрозионно-аккумулятивных процессов, т.е. в выносе минеральных солей из бассейна реки. Так, показатель ионного стока  $R_{\text{и}}$  в этот период снизился до 3,2 и 2,1 т/км<sup>2</sup>·год вместо 64,0 и 54,7 т/км<sup>2</sup>·год в условиях естественного режима реки, а отношение ионного стока к водному  $R_{\text{и}}/Q$  возросло от 0,48 и 0,44 до 1,87 и 1,55 [11, 13].

В перспективе, да и в современных условиях, нельзя исключать возможность возникновения аналогичных негативных ситуаций на главных трансграничных реках страны под влиянием техногенных и ряда других факторов. В этих условиях нарушение природной зависимости между минерализацией, ионным составом и водным стоком может быть одним из важных показателей воздействия антропогенных факторов на речные системы.

Научных работ, посвященных изучению зависимости между минерализацией и водным стоком рек Казахстана, в литературе не удалось встретить. График зависимости  $\sum_{\text{и}} = f(Q)$ , построенный нами для р. Жайык у г. Атырау по данным за 1960–1963 гг., выражался кривой гиперболического вида [7]. При построении графика определенный разброс точек соответствовал данным за апрель, когда в низовьях р. Жайык проходит местный паводок от таяния снега с площади водосбора. Очевидно, он, вызывая некоторое увеличение расходов воды в реке, несет с собой, в результате смыва растворимых солей с поверхности почв, более минерализованную воду, чем сток, поступающий из верховьев, во время последующего периода паводка. Наблюдаемое явление свидетельствует о том, что засоленность почв водосбора может привести к заметным внутригодовым изменениям характера связи  $\sum_{\text{и}} = f(Q)$ , что оказалось характерным для нижнего течения данной реки,

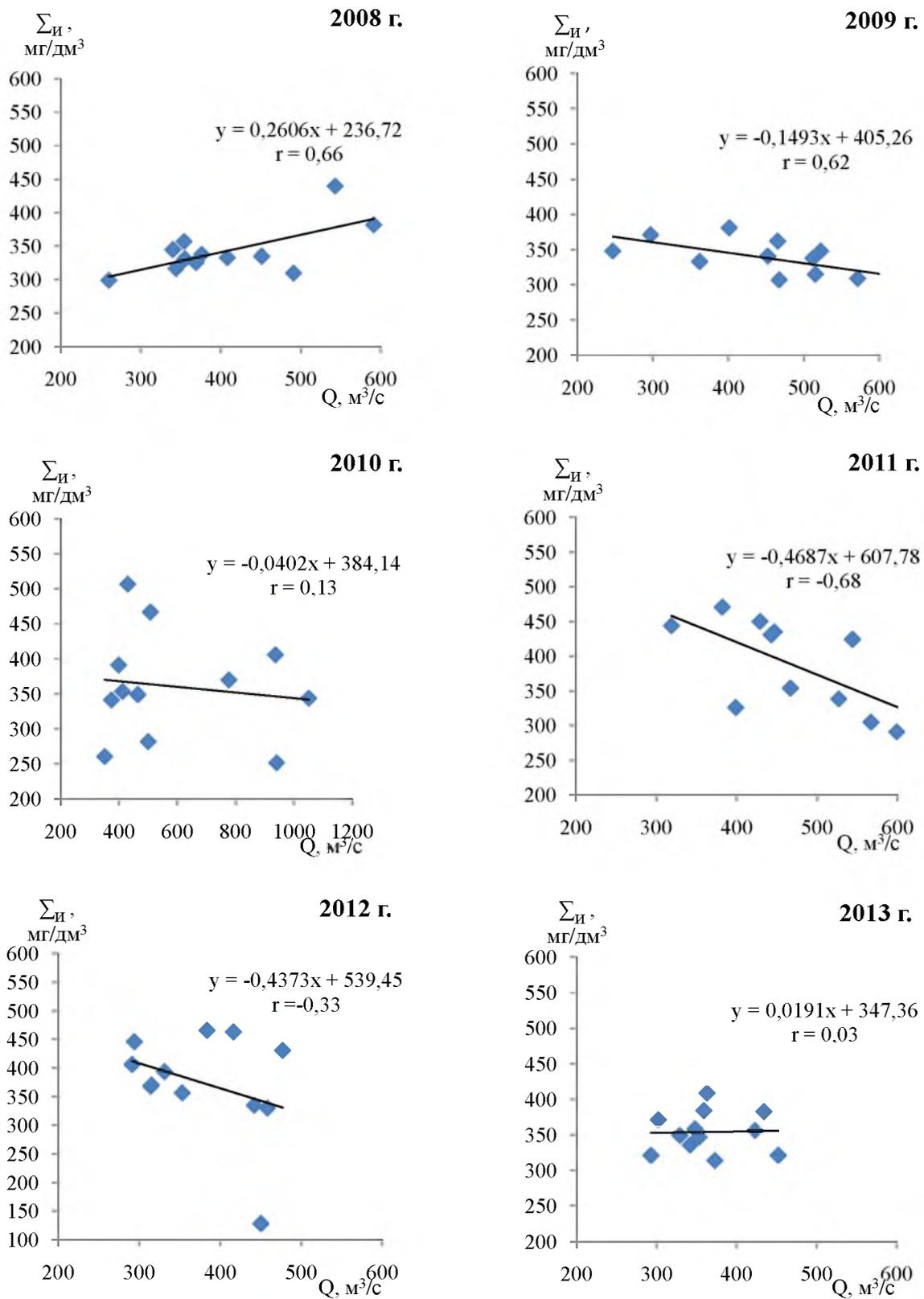


Рисунок 1 – Связь минерализации  $\Sigma_{и}$  с расходом Q воды р. Иле у гидропоста «Добын» за 2008–2013 гг.

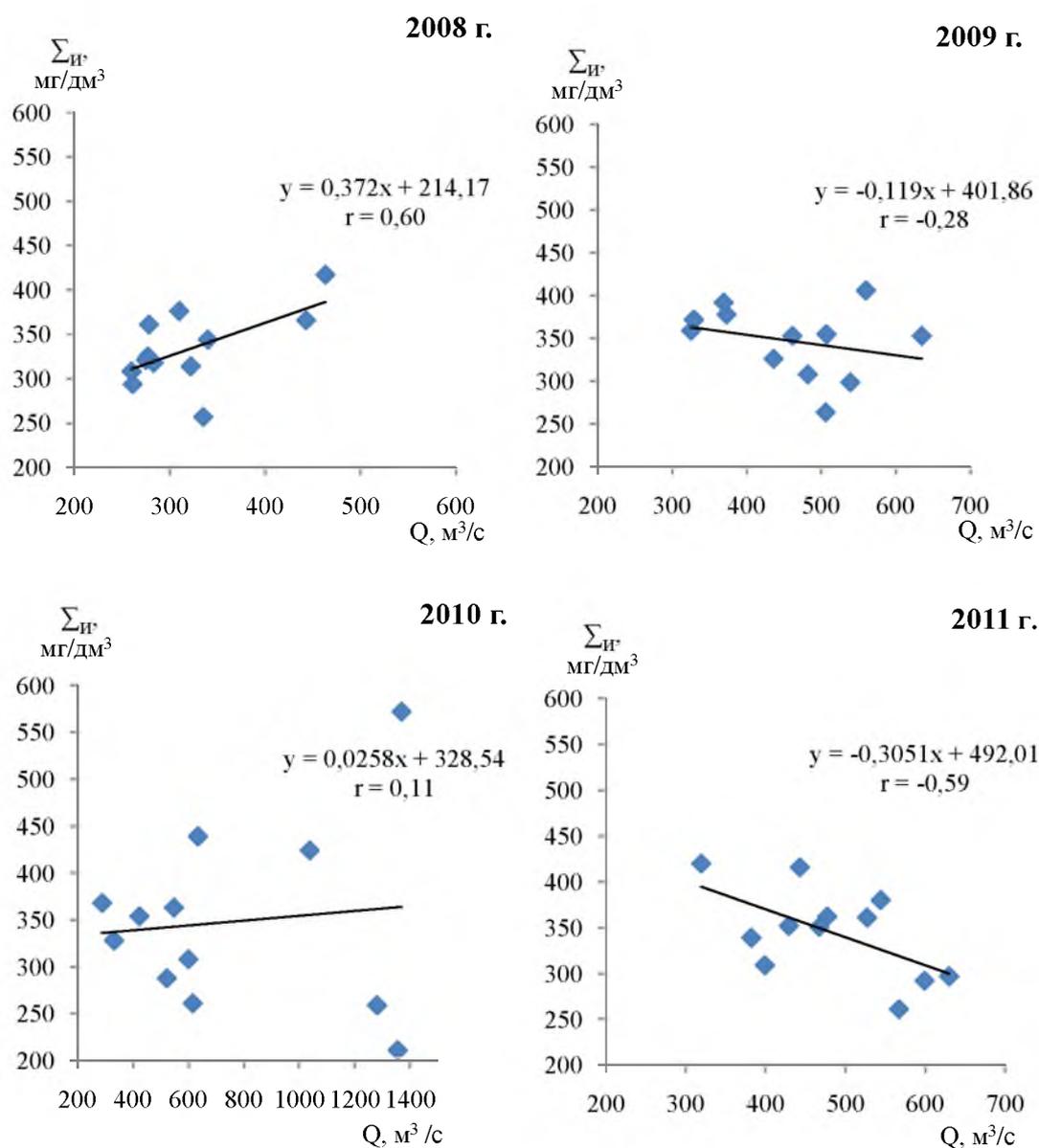


Рисунок 2 – Связь минерализации  $\Sigma_{и}$  с расходом  $Q$  воды р. Иле у гидропоста «164 км от плотины ГЭС» за 2008–2011 гг.

находящейся в Прикаспийской низменности, где четвертичные отложения существенно минерализованы.

В целях изучения зависимости  $\Sigma_{и} = f(Q)$  для р. Иле использованы среднемесячные данные Казгидромета по минерализации и расходам воды на гидропостах (ГП) «Добын» за 2008–2013 гг. и «164 км от плотины Капшагайской ГЭС» за 2008–2011 гг. Связь между минерализацией и ионным составом речной воды выведена на основе собственного материала за 2004 и 2006 гг.

Это исследование ставило перед собой задачу выявить характер связи между минерализацией, ионным составом и водным стоком трансграничной реки, гидрохимический режим которой подвергается влиянию ряда природных и антропогенных факторов.

По полученным результатам (см. рисунки 1 и 2) не представляется возможным однозначно охарактеризовать связь между минерализацией и расходом воды. Слабая зависимость между этими показателями с положительным знаком коэффициента корреляции ( $r = 0,66$  и  $0,60$ ) наблюдается в маловодном 2008 г., когда годовой сток реки составил у ГП «Добын»  $12,83 \text{ км}^3$ , у ГП «164 км» –  $10,12 \text{ км}^3$  (см. таблицу).

Объем стока, минерализация воды р. Иле и коэффициенты корреляции (r) их связи по гидропостам

Гидропост	Год	Годовой сток, км <sup>3</sup>	Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>			r
			средн.	макс.	мин.	
«Добын»	2008	12,83	343	440	310	0,66
	2009	14,28	341	420	294	-0,62
	2010	18,80	360	507	252	-0,13
	2011	15,12	383	471	291	-0,68
	2012	11,88	375	466	128	-0,33
	2013	11,48	354	409	314	0,33
«164 км от плотины ГЭС»	2008	10,12	333	417	257	0,60
	2009	14,51	347	406	264	-0,28
	2010	23,75	348	572	211	0,11
	2011	17,64	345	420	261	-0,59

Близкие к значениям 2008 г. коэффициенты корреляции, но с отрицательным знаком выявлены для ГП «Добын» за 2009 и 2011 гг. (-0,62 и -0,68) при сравнительно близких объемах годового стока и для створа «164 км» за 2011 г. с объемом стока 17,64 км<sup>3</sup>/год.

Более глубокое нарушение связи между минерализацией и расходами воды и большой разброс точек (см. рисунки 1 и 2) зарегистрированы в более многоводном 2010 г. с коэффициентами корреляции -0,13 у «Добын» и 0,11 у «164 км». Аналогичная картина повторилась и в маловодные 2012 и 2013 гг. с коэффициентами корреляции -0,33 и 0,33 при близких значениях годового стока реки у ГП «Добын» 11,88 и 11,48 км<sup>3</sup> соответственно.

Таким образом, не удастся проследить каких-либо закономерностей в изучаемой зависимости между минерализацией и водным стоком реки в рассматриваемые годы. Согласно данным [24], для рек тянь-шаньского типа влияние водности лет на зависимость  $\sum_{ii} = f(Q)$  четко не прослеживается, а при недостаточном увлажнении минерализация воды рек в многоводные годы, как правило, выше, чем в маловодные, за счет увеличения дозы подземного питания и более интенсивного смыва легкорастворимых солей с поверхности водосбора.

Подобная закономерность в определенной мере наблюдались и в рассматриваемый нами период. Как видно из данных таблицы, в многоводные 2010 и 2011 гг. отмечались наиболее высокие показатели максимальных и средних значений минерализации до 507 и 383 мг/дм<sup>3</sup> по ГП «Добын» и 572 и 348 мг/дм<sup>3</sup> по ГП «164 км» соответственно. В наиболее многоводном 2010 г. отмечено более глубокое нарушение связи  $\sum_{ii} = f(Q)$  с коэффициентами корреляции -0,13 и 0,11 в воде обоих гидропостов.

Следующий за многоводным годом, т.е. 2011 г., который, видимо, может характеризоваться средним по водности, отличался сравнительно повышенными коэффициентами корреляции -0,7 и -0,6. И здесь в определенной степени прослеживается природная закономерность, заключающаяся в обратной зависимости минерализации речных вод от их расхода. Следовательно, высокий уровень смыва легкорастворимых солей с водосборных площадей в многоводный год обуславливает снижение минерализации речных вод в последующий год.

Аналогичное явление зарегистрировано и П. П. Воронковым [18, 19] при исследовании химических особенностей местного стока водосборов европейской территории и поверхностных вод Северного Казахстана.

Это природное явление, влияющее на формирование химического состава поверхностных вод, очевидно, имеет и антропогенные составляющие. Широкое использование водных ресурсов р. Иле и ее притоков для ряда отраслей экономики, главным образом в целях орошения земель на территории КНР и Казахстана, естественно, приводит к поступлению в речную систему коллекторно-дренажных вод повышенной минерализации. Нельзя, видимо, исключать поступление в реки и ее притоки производственных и хозяйственно-бытовых стоков из китайской территории.

Таким образом, для реки Иле в приграничной зоне не является характерной надежная зависимость между минерализацией и расходами воды, позволяющая вывести уравнения для

ориентировочной количественной оценки неизвестного из этих показателей. Отсутствие корреляционной связи между изучаемыми параметрами регистрируется в различные по водности годы, слабая обратная зависимость с коэффициентами корреляции  $-0,7$  и  $-0,6$  наблюдалась в последующий за многоводным год.

Факторами, вызывающими отсутствие тесной связи между минерализацией и расходами воды р. Иле, очевидно, являются климатические, почвенные и гидрогеологические особенности водосборной территории, а также факторы антропогенного характера – поступление в реку сточных вод и наличие на ней ряда водохранилищ в КНР. Известно [24], что одним из главных антропогенных факторов, оказывающих значительное влияние на характер зависимости  $\sum_{и} = f(Q)$ , является зарегулирование рек водохранилищами.

Один из важных вопросов при изучении особенностей формирования ионного состава природных вод – выявление связей между минерализацией и отдельными ее составляющими. Известный прием изучения этого вопроса – графическое изображение связи абсолютного и относительного содержания главных ионов с минерализацией воды. Этот способ широко применялся в работах ведущих ученых-гидрохимиков [3, 18, 23], и отмечена его универсальность для установления связи не только между каждым из видов ионов с минерализацией, но одновременно между любым из ионов.

Этот графический прием довольно успешно использовался при гидрохимическом исследовании ряда водоемов и водотоков Казахстана. С его помощью изучались и достаточно обоснованно выявлялись закономерности формирования и трансформации химического состава воды на различных пунктах течения трансграничной реки Жайык [7], различных по типу озер и водохранилищ Северного, Центрального Казахстана и канала Ертис–Караганда в периоды формирования их режима и нормальной эксплуатации [8–10, 12].

Этот вопрос, как указывалось, изучался на основе материала наших системных наблюдений за 2004 и 2006 гг. В период исследования минерализация воды р. Иле колебалась в незначительных пределах. В 2004 г. диапазон изменений составил в основном от 200 до 380 мг/дм<sup>3</sup>, а в 2006 г. – от 220 до 500 мг/дм<sup>3</sup>. Изменение концентрации ионов по мере роста минерализации воды имело следующий характер [15]. Абсолютная концентрация ионов  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  и  $Mg^{2+}$  имеет прямолинейную связь с общей минерализацией. Ионы  $HCO_3^-$  и  $Ca^{2+}$  интенсивно возрастают до минерализации 350–450 мг/дм<sup>3</sup>, далее рост их прекращается и линии идут параллельно оси абсцисс.

Несколько иное поведение в процессе увеличения минерализации воды характерно для ионов  $SO_4^{2-}$ . При минерализации воды до 300–350 мг/дм<sup>3</sup> содержание этих ионов растет медленно, а выше указанных значений концентрация их интенсивно повышается и линия, характеризующая связь  $SO_4 = f(\sum_{и})$ , переходит в кривую с возрастающим наклоном к оси абсцисс. Рост концентрации сульфатных ионов при достижении минерализации воды 350 мг/дм<sup>3</sup> – явление очень редкое. Аналогичный случай был зарегистрирован нами для водохранилища 11 гидроузла на канале Ертис–Караганда [10].

Графики связи между минерализацией и относительным содержанием ионов характеризуются определенным разбросом точек, однако более тесную связь с минерализацией имели ионы хлора. Наличие тесной связи как абсолютных, так и относительных концентраций хлора с минерализацией дало нам основание рекомендовать для ориентировочного расчета минерализации речной воды уравнение ее связи с ионами хлора следующего вида:

$$\sum_{и} = 3,212 + 0,0615 \cdot Cl .$$

**Заключение.** Антропогенные воздействия на речные системы могут привести к существенным нарушениям природной связи между минерализацией и расходом воды и характера эрозионно-аккумулятивных процессов в бассейне. Не удалось проследить какой-либо выраженной зависимости между минерализацией и расходом воды. Более глубокое нарушение связи  $\sum_{и} = f(Q)$  отмечается в многоводные годы, а в следующий за многоводным год регистрировалась слабая обратная зависимость между этими показателями. К числу факторов, обуславливающих отсутствие надежной связи  $\sum_{и} = f(Q)$ , могут быть отнесены особенности почвенных и гидрогеологических условий водосборного бассейна, а также факторы антропогенного характера – поступление в речную систему сточных вод и зарегулирование реки водохранилищами в КНР.

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Алмазов А.А., Денисова А.И., Майстренко Ю.Г. и др. Гидрохимия Днепра, его водохранилищ и притоков. – Киев: Наукова думка, 1967. – 316 с.
- [2] Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1953. – 296 с.
- [3] Алекин О.А. К изучению количественных зависимостей между минерализацией, ионным составом и водным режимом рек СССР // Тр. ГГИ. 1950. – Вып. 25(79). – С. 27-35.
- [4] Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 442 с.
- [5] Алекин О.А. Гидрохимические типы рек СССР // Тр. ГГИ. 1950. – Вып. 25(79). – С. 5-24.
- [6] Алекин О.А., Бразникова Л.В. Сток растворенных веществ с территории СССР. – М.: Изд-во «Наука», 1964. – 143 с.
- [7] Амиргалиев Н.А. Гидрохимия дельты и низовьев р. Урал: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Балхаш, 1967. – 19 с.
- [8] Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я. Гидрохимическая характеристика поверхностных вод Карагандинской области // Вестник АН КазССР. – Алма-Ата, 1968. – № 12. – С. 56-61.
- [9] Амиргалиев Н.А. Ионно-солевой состав и состояние карбонатного равновесия воды Кургальджинской системы озер // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алма-Ата, 1972. – Вып. 7. – С. 127-131.
- [10] Амиргалиев Н.А. Гидрохимия канала Иртыш-Караганда. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 200 с.
- [11] Амиргалиев Н.А. Особенности изменения ионного стока р. Сырдарьи в условиях усиления антропогенных воздействий в бассейне // Материалы симпозиума «Современные проблемы экологически чистых технологий и материалов», посвященного 85-летию члена-корреспондента НАН РК, профессора Б. А. Беремжанова // Вестник КазГУ Серия химическая. – 1996. – № 5-6. – С. 13-15.
- [12] Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана: гидрохимия и качество воды. – Алматы: Бастау, 1998. – 191 с.
- [13] Амиргалиев Н.А. Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия, проблемы водной токсикологии. – Алматы: Бастау, 2007. – 222 с.
- [14] Амиргалиев Н.А., Елибаев Н. Гидрохимия и качество водной среды водоемов бассейна Аральского моря в условиях его экологической деградации. – Алматы, 1995. Деп. КазГосИНТИ 5.09.95, № 6351-Ка95. – 71 с.
- [15] Амиргалиев Н.А., Канагатов Ш.Ч., Жексенбай Е. Динамика гидрохимических параметров реки Или в приграничной зоне // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. – Алматы: Бастау, 2008. – С. 170-177.
- [16] Амиргалиев Н.А., Джусупбеков Д.К., Исмуханова Л.Т. Гидрохимические параметры и уровень антропогенных воздействий на качество воды Каппагайского водохранилища // Вестник Казахстанско-Немецкого университета: Устойчивое развитие Центральной Азии. Специальный выпуск. – Алматы, 2014. – С. 138-147.
- [17] Блинов Л.К. О некоторой зависимости минерального состава речной воды от гидрологических факторов // Метеорология и гидрология. – 1946. – № 6. – С. 37-45.
- [18] Воронков П.П. Гидрохимическая характеристика поверхностных вод Кустанайской области // Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. – Вып. 2. Кустанайская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – С. 254-299.
- [19] Воронков П.П., Соколова О.К. и др. Гидрохимические особенности местного стока в период весеннего половодья и почвенного покрова водосборов европейской территории СССР // Тр. ГГИ. – 1966. – Вып. 137. – С. 5-57.
- [20] Елибаев Н. Гидрохимия водоемов низовья реки Сырдарьи: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Ростов-на-Дону, 1980. – 19 с.
- [21] Кишпакбаев Н.К. Региональные проблемы водного хозяйства. – Алматы: ТОО РПИК «Дәуір», 2004. – 466 с.
- [22] Плешков Я.В. Солевой режим водохранилищ // Гидрохимические материалы. – 1951. – Т. 19. – С. 37-45.
- [23] Тарасов М.Н. Гидрохимия озера Балхаш. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 227 с.
- [24] Фадеев В.В. Зависимость минерализации и ионного состава от водного режима рек: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Ростов-на-Дону, 1983. 23 с.

**REFERENCES**

- [1] Almazov A.A., Denisov A.I., Maystrenko Y.G. et al. Hydrochemistry of the Dnieper, its tributaries and reservoirs. Kiev: Naukova Dumka, 1967. 316 p. (in Russian).
- [2] Alekin O.A. Basics of hydrochemistry. L.: Gidrometeoizdat, 1953. P. 296 (in Russian).
- [3] Alekin O.A. By studying the quantitative relationships between salinity, ionic composition and water regime of rivers in the USSR. Prod. Of GHI. 1950. Vol. 25 (79). P. 27-35 (in Russian).
- [4] Alekin O.A. Basics of hydrochemistry. L.: Gidrometeoizdat, 1970. 442 p. (in Russian).
- [5] Alekin O.A. Hydrochemical types of rivers in the USSR. Prod. Of GHI. 1950. Vol. 25 (79). P. 5-24 (in Russian).
- [6] Alekin O.A. Brazhnikova L.V. Runoff of solutes from the territory of the USSR. Moscow: Nauka, 1964. 143 p. (in Russian).
- [7] Amirgaliyev N.A. Hydrochemistry of delta and lower reaches of the Ural river. The Abstract of the dissertation in candidate of chemical Sciences. Balkhash, 1967. 19 p. (in Russian).
- [8] Amirgaliyev N.A., Lopareva T.Y. Hydrochemical characteristics of surface waters of the Karaganda region. Herald of AS KazSSR. Alma-Ata, 1968. N 12. P. 56-61. (in Russian).
- [9] Amirgaliyev N.A. Ion-salt composition and state of the carbonate equilibrium water in the Korgalzhyn lake system. Fish resources of Kazakhstan water bodies and their use. Alma-Ata, 1972. Vol. 7. P. 127-131 (in Russian).

- [10] Amirgaliyev N.A. Hydrochemistry of Irtysh-Karaganda channel. L.: Gidrometeoizdat, 1981. 200 p. (in Russian).
- [11] Amirgaliyev N.A. Features of change of ion flow of Syr Darya river in the face of increasing anthropogenic impacts in the basin. Materials of Symposium "Modern Problems of environmentally friendly technologies and materials", dedicated to the 85th anniversary of Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Kazakhstan, Professor B. A. Beremzhanov. Almaty: Kazakh State University chemical series of Bulletin. 1996. N 5-6. P. 13-15 (in Russian).
- [12] Amirgaliyev N.A. Artificial water bodies of Northern and Central Kazakhstan: hydrochemistry and water quality. Almaty: Bastau, 1998. 191 p. (in Russian).
- [13] Amirgaliyev N.A. Aral-Syrdarya basin: hydrochemistry, water toxicology problems. Almaty: Bastau, 2007. 222 p. (in Russian).
- [14] Amirgaliyev N.A., Elibaev N.A. Hydrochemistry and water quality of water bodies of Aral Sea basin in terms of its environmental degradation. Almaty, 1995. Dep. KazGosINTI 5.09.95, N 6351-K95. 71 p. (in Russian).
- [15] Amirgaliyev N.A., Kanagatova Sh.Ch., Zheksenbai E. Dynamics of hydrochemical parameters of the Ili River in the border zone. Ecology and hydrofauna waters of transboundary basins of Kazakhstan. Almaty: Bastau, 2008. P. 170-177 (in Russian).
- [16] Amirgaliyev N.A., Dzhusupbekov D.K., Ismuhanova L.T. Hydrochemical parameters and the level of anthropogenic impacts of the Kapshagaireservoir to water quality. Bulletin of the Kazakh-German University: Sustainable development in Central Asia. Special Issue. Almaty, 2014. P. 138-147 (in Russian).
- [17] Blinov L.K. About some dependence of the mineral composition of river water by hydrological factors. Meteorology and Hydrology. 1946. N 6. P. 37-45 (in Russian).
- [18] Voronkov P.P. Hydrochemical characteristics of surface waters Kustanai region. Surface water resources areas of virgin and fallow lands. Vol. 2. Kustanai Region of the Kazakh SSR. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1959. P. 254-299 (in Russian).
- [19] Voronkov P.P., Sokolov O.K. et al. Hydrochemical characteristics of local runoff during the spring flood and soil cover watersheds European USSR. Prod. Of GHI. 1966. Vol. 137. P. 5-57 (in Russian).
- [20] Elibaev N. Hydrochemistry of reservoirs in downstream of the Syrdarya river. The Abstract of the dissertation in candidate of geographer sciences. Rostov-on-Don, 1980. 19 p. (in Russian).
- [21] Kipshakbayev N.K. Regional problems of water management. Almaty: LLP "Dəuir", 2004. 466 p. (in Russian).
- [22] Pleshkou Y.V. Salt regime of reservoirs // Hydrochemical materials. 1951. T. 19. P. 37-45 (in Russian).
- [23] Tarasov M.N. Hydrochemistry of Lake Balkhash. Moscow: Publishing House of Academy of Sciences of USSR, 1961. 227 p. (in Russian).
- [24] Fadeev V.V. Dependence of salinity and ionic composition of the water regime of rivers. The Abstract of the dissertation in candidate of geographer sciences. Rostov-on-Don, 1983. 23 p. (in Russian).

## ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ СУАҒЫСЫ МИНЕРАЛИЗАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ИОНДЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ АРАСЫНДАҒЫ ТӘУЕЛДІЛІК ТУРАЛЫ

**Н. А. Амиргалиев**

Гидрохимия және экологиялық токсикология лабораториясының меңгерушісі, г.ғ.д.  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

**Тірек сөздер:** минерализация, су шығыны, корреляция коэффициенті, ионды ағын, антропогендік факторлар.

**Аннотация.** Іле өзенінің шекара аймағындағы су ағысы мен суының иондық құрамы, минерализациясы арасындағы тәуелділіктің сипаты зерттелген. Жылдық су көлеміне тәуелсіз, су шығыны мен минерализация арасында берік корреляциялық байланыстың жоқ екені анықталған. Олардың арасындағы әлсіз байланыс ( $r = -0,6$  и  $-0,7$ ) су ағысы көлемі мол жылдан кейінгі жылы байқалған. Судың минерализациясын шамамен есептеу үшін, оның хлор ионымен байланысының теңдеуі есептеліп шығарылды.

## THE RELATION BETWEEN MINERALIZATION, ION COMPOSITION AND WATER FLOW ILI

**N. A. Amirgaliyev**

Doctor of Geography, Professor, Head of laboratory of hydrochemistry and Environmental Toxicology  
(Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

**Key words:** mineralization, water discharge, coefficient of correlation, drain of ions, anthropogenic factors.

**Abstract.** The article presents the relation between mineralization, ion composition and water runoff in a border part of the Ili river. It is shown the absence of reliable correlation link between salinity and the drain of river water, regardless of water per year. Found a weak link between them ( $r = -0,6$  and  $-0,7$ ) in the following year after the high-water. Equation is derived for an approximate calculation of water salinity in connection with its chloride ions.

*Поступила 24.12.2014 г.*

## ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СОГЛАСОВАННОСТЬ КОЛЕБАНИЙ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА НА НЕЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ И СЛАБО ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ РЕКАХ В СЕВЕРНОЙ ПОЛОВИНЕ КАЗАХСТАНА

Р. И. Гальперин<sup>1</sup>, С. Ж. Бейсенбаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Д.г.н., профессор кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Магистрант 2 курса кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

**Ключевые слова:** коэффициент синхронности, максимальный сток, половодье, реки равнинной зоны, степень согласованности.

**Аннотация.** Высокое половодье – весьма опасное природное явление, особенно когда охватывает большие территории. Рассмотрена степень синхронности прохождения высоких и низких годовых максимумов стока для бассейнов Западного, Восточного, Центрального и Северного Казахстана.

**Введение.** В качестве характеристики максимального стока принят наибольший расход воды за многоводную фазу – половодье. На равнину территории Казахстана, где практически почти весь сток проходит в период половодья, объем стока за эту фазу режима рек составляет основную долю годового. Максимальные расходы воды в отдельные годы столь высоки, что представляют собой значительную опасность и создают чрезвычайные ситуации (ЧС). Естественно, что если высокие половодья проходят одновременно по ряду рек, это многократно увеличивает опасность. Таким образом, исследование вопроса о синхронности высоких половодий на больших территориях может дать значительную информацию о степени соответствующей опасности.

**Исходные материалы и предыдущие исследования.** В работе использован коэффициент синхронности максимальных расходов воды  $Q_{\max}$  в бассейнах рек Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана по 13 пунктам за 1930–2010 гг. Выбранные створы относятся к 5 из 8 водохозяйственных бассейнов. Рисунок 1 иллюстрирует расположение всех 8 водохозяйственных бассейнов. Нами рассмотрены:

Ертисский водохозяйственный бассейн – р. Ертис и пр.;

Есильский водохозяйственный бассейн – р. Есиль и пр.;



Рисунок 1 – Водохозяйственные бассейны Казахстана

Нура-Сарысуский водохозяйственный бассейн – реки Нура, Сарысу и пр.;  
Тобыл-Торгайский водохозяйственный бассейн – реки Тобыл, Торгай, Ыргиз и пр.;  
Жайык-Каспийский водохозяйственный бассейн – реки Жайык, Жем, Уил, Сагыз и пр.

Все годы рассматриваемого периода отнесены к одному из трех классов водности:

многоводному с обеспеченностью не выше 33 %;

маловодному не ниже 67 %;

среднему по водности, куда отнесены все остальные  $Q_{\max}$ .

Б. А. Поповым [1] предложен коэффициент синхронности стока  $K_c$ , используемый, в частности, в работах [2 и 3] для территории Казахстана:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^N n b}{N}, \quad (1)$$

где  $N$  – общее число створов;  $n$  – число створов, в которых отмечался данный класс водности;  $b$  – баллы синхронности.

Для преобладающего класса  $b = 1$ , для смежного класса  $b = 0$ , для противоположного класса  $b = -1$ .

Нетрудно заметить, что формула может быть упрощена [2]:

$$K_c = \frac{m-l}{N}, \quad (2)$$

где  $m$  – число створов с преобладающим классом водности;  $l$  – число створов с противоположным классом водности.

Исследования территориальной согласованности максимального стока ранее проводились Р. И. Гальпериным [2] и А. Аvezовой [3]. В [2] были рассмотрены максимальные уровни воды, но они взаимосвязаны с максимальным стоком. Период исследования – 1933–1987 гг. В работе [3] рассмотрен 34-летний ряд, характеризующий современный период (1974–2007 гг.). Таким образом, в обеих работах использован ограниченный период. В настоящей статье использован период 1930–2010 гг. При этом он не вполне одинаков по всем рассматриваемым створам в целях избежать искусственного завышения  $K_c$  за счет восстановленных по аналогам значений.

**Основные результаты и их обсуждение.** На рисунке 2 представлен ход коэффициента синхронности в многолетнем разрезе в 4 вариантах: для всей территории и для трех ее частей – Западного, Восточного, Центрального и Северного Казахстана.

Отмечаются случаи как относительно высокой степени согласованности колебаний максимальных расходов вод по территории, так и значительных контрастов в разных ее частях.

В Центральном и Северном Казахстане можно выделить 5 периодов (см. рисунок 2, а):

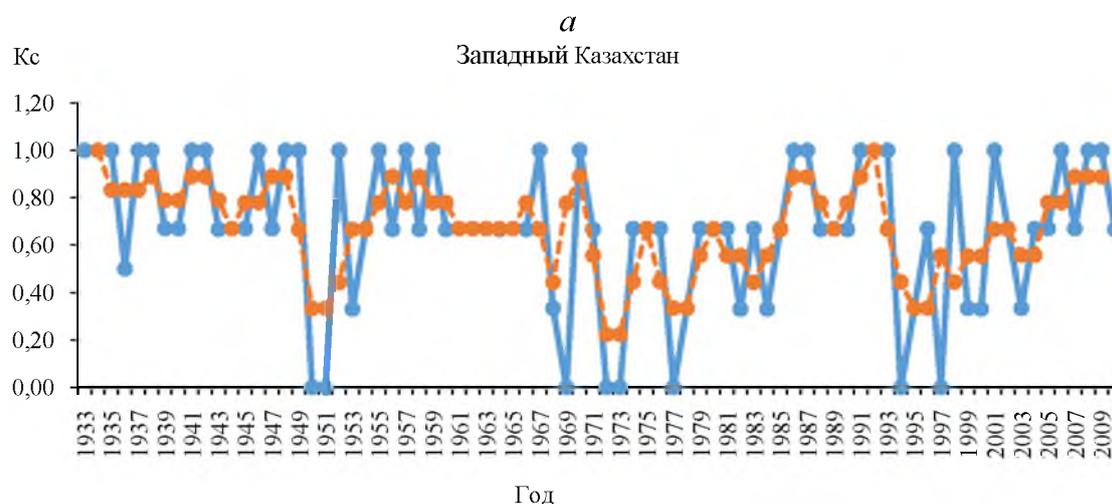
1932 – 1948 гг. – преобладали высокие величины  $K_c$ , а среднее значение его  $K_c = 0,72$ ;

1949 – 1969 гг. – низкий коэффициент синхронности  $K_c = 0,55$ ;

1970 – 1977 гг. – с большими значениями  $K_c = 0,77$ ;

1978 – 1997 гг. – с низкими значениями  $K_c = 0,51$ ;

1998 – 2010 гг. – относительно высокие значения  $K_c = 0,69$ .



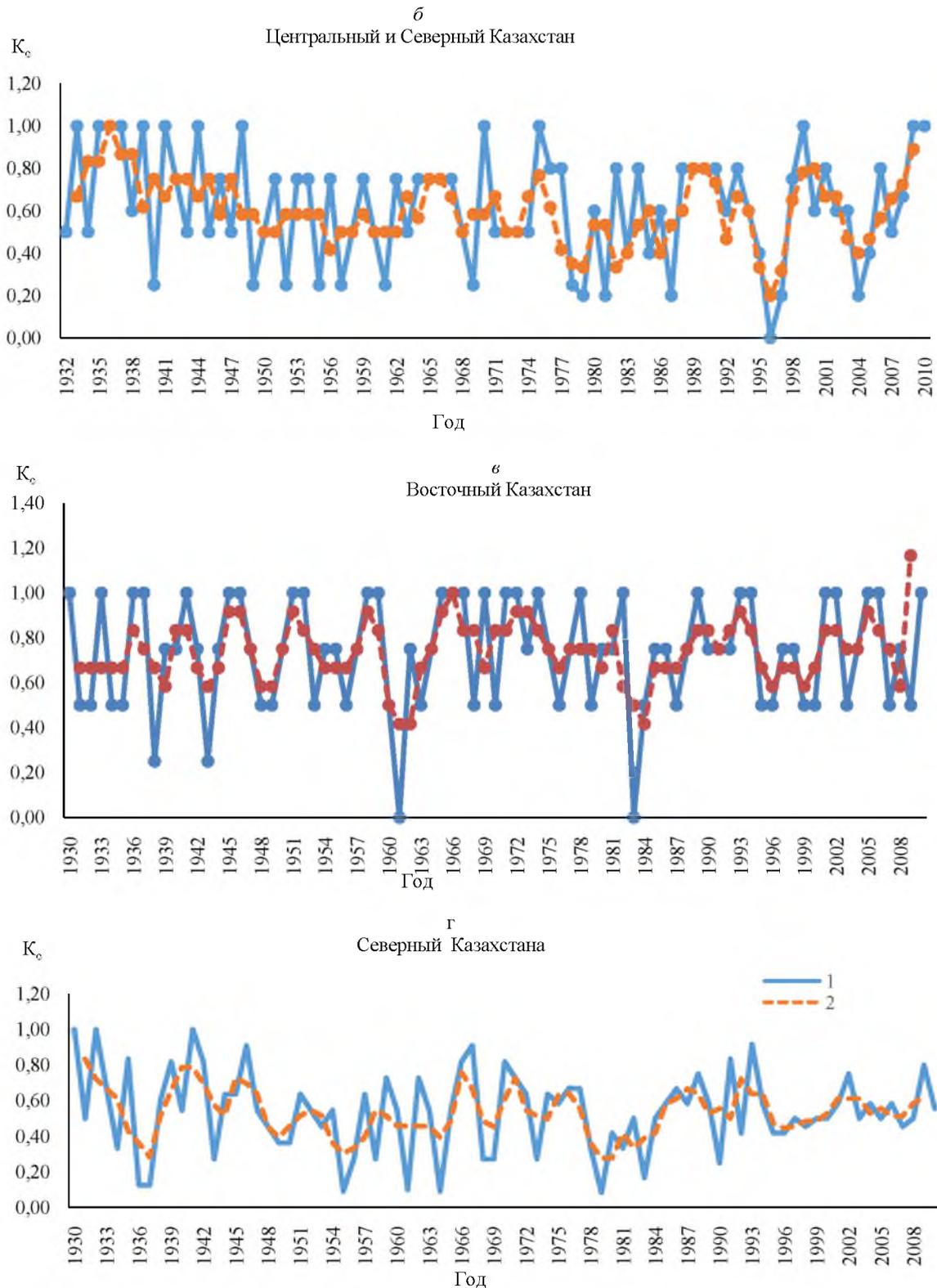


Рисунок 2 – Ход во времени годовых 1 и сглаженных 2 значений коэффициента синхронности максимальных расходов воды

В Западном Казахстане выделяются 4 периода (см. рисунок 2, б):

1933–1959 гг., в этот период преобладала высокая синхронность при среднем значении  $K_c = 0,76$ , причем за период с 1933 – 1949 гг. он составлял в среднем 0,85;

1960–1966 гг. – с более низким средним значением коэффициента синхронности, равным  $K_c = 0,67$ ;

1967–1982 гг. – низкое значение  $K_c = 0,48$ ;

1983–2010 гг., когда отмечались и высокие, и низкие значения  $K_c$ , а в среднем  $K_c = 0,68$ .

На востоке согласно рисунку 2, в в ходе коэффициента можно выделить 2 периода:

1930–1982 гг. – при высоких значениях  $K_c$ , а среднее его значение  $K_c = 0,74$ ;

1983–2010 гг. – в этом промежутке времени также отмечался высокий коэффициент синхронности, имеющий среднее значение  $K_c = 0,71$ .

Итак, максимальный сток рек Восточного Казахстана изменяется по территории с большой степенью согласованности (не в пример рассмотренным районам).

В целом же за весь период наблюдений в северной половине Казахстана (см. рисунок 2, з) выделяются 6 периодов:

1930–1946 гг. – большие значения  $K_c$ , при среднем  $K_c = 0,64$ ;

1947–1965 гг. – низкое значение  $K_c = 0,45$ ;

1966–1977 гг. – относительно высокое значение  $K_c$ , в среднем  $K_c = 0,61$ ;

1978–1987 гг. – низкий  $K_c = 0,42$ ;

1988–1992 и 1993–2010 гг. – преобладают средние величины  $K_c$ .

1988–1992 гг. –  $K_c = 0,57$ , а в 1993–2010 гг.  $K_c = 0,56$ .

В Восточном Казахстане не выделяются периоды с преобладанием низких значений коэффициента синхронности, то есть величины максимального стока изменяются по территории достаточно согласованно.

В северной половине Казахстана налицо годы с высокими и низкими значениями коэффициента синхронности.

В таблице показаны годы, наиболее опасные для значительной территории Казахстана. Так было, например, весной 1993 года, когда в связи с избыточными снегозапасами, резким и значительным потеплением весной, с одновременным выпадением сильных дождей катастрофические талодождевые паводки сформировались практически на всех равнинных реках республики, в итоге пострадало 669 населенных пунктов, затоплены и разрушены 7 тысяч домов, пострадали посевы, хозяйственные объекты, коммуникации. Более того, погибло 6 человек, а 12 700 человек были эвакуированы. Только прямой ущерб оценивался в 500–600 млн долл. [4].

Годы с высокими значениями  $K_c$  по всем районам северной половины Казахстана

Год	Западный Казахстан	Восточный Казахстан	Центральный и Северный Казахстан	Среднее
1937	1,0	1,0	1,0	1,0
1941	1,0	1,0	1,0	1,0
1946	1,0	1,0	0,75	0,92
1959	1,0	1,0	0,75	0,92
1967	1,0	1,0	0,8	0,92
1991	1,0	0,75	0,8	0,85
1993	1,0	1,0	0,8	0,93
2001	1,0	1,0	0,8	0,93
2006	1,0	1,0	0,8	0,9
2010	0,67	1,0	1,0	0,9

Из лет с высоким коэффициентом синхронности были выбраны годы с высоким  $Q_{\max}$ . На р. Торгай – Пески Тусум максимальный расход за весь период наблюдений был в 1941 г. и достигал  $1320 \text{ м}^3/\text{с}$  при обеспеченности 1%, тогда как второй расход в ранжированном ряду был всего лишь  $1233 \text{ м}^3/\text{с}$  в 1949 г. На р. Есиль – Тургеневка в 1991 г.  $Q_{\max} = 480 \text{ м}^3/\text{с}$ , что значительно превышает показатель опасности  $360 \text{ м}^3/\text{с}$ .

**Выводы.** 2001, 2002, 2006 и 2010 гг. характеризовались высоким стоком половодья на реках Восточного Казахстана. Также можно отметить, что в Центральном и Северном Казахстане 1941–1944, 1948 и 1970 гг. отличались высоким стоком половодья.

Годы 1969, 1972, 1978, 1997, 2007 были в основном с низким стоком на большей части территории, но в отдельных створах максимальные расходы воды могли иметь и повышенные значения.

Результаты этой статьи иллюстрируют, какую опасность может представлять территориальная согласованность в прохождении высоких половодий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Попов Б.А. Колебания годового и весеннего стока рек северо-запада ЕТС за период 1900–1975 гг. // Изв. ВГО. – 1979. – Т. 3, вып. 1. – С. 19-28.
- [2] Гальперин Р.И. Высокие уровни воды на реках равнинного Казахстана. – Алматы: КазГУ, 1994. – 172 с.
- [3] Аvezова А. Территориальная согласованность колебаний максимального стока в северной половине Казахстана. – На сайте ВАК КР <http://nakkz.org:81/jurnal> // Интернет журнал. – 2012. – № 1.
- [4] Лекция «Организация защиты населения при наводнениях». – [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.emermangistau.kz/index.php/ru/obuchenie/lektcii/33>.

#### REFERENCES

- [1] Popov B.A. Fluctuations in annual and spring runoff of the northwest rivers of the ETU for the period 1900–1975. UGS. 1979. Vol. 3, issue 1. P. 9-28 (in Russian).
- [2] Galperin R.I. High water levels on the plain rivers of Kazakhstan. Almaty: al-Farabi Kazakh National University, 1994. 172 p. (in Russian).
- [3] Avezova A. Territorial coherence of the peak flow fluctuations in the northern part of Kazakhstan. The site HAC KR <http://nakkz.org:81/jurnal/> Internet zhurnal. 2012. N 1 (in Russian).
- [4] Lecture: "Protection of the population from floods" [Electron. resource]. URL: <http://www.emermangistau.kz/index.php/ru/obuchenie/lektcii/33> (in Russian).

### ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК ЖАРТЫСЫНДАҒЫ РЕТТЕЛМЕГЕН ЖӘНЕ АЗ РЕТТЕЛГЕН ӨЗЕНДЕРДЕГІ МАКСИМАЛДЫ АҒЫСТЫҢ АУТКУЫНЫҢ АЙМАҚТЫҚ КЕЛІСІМІ

Р. И. Гальперин<sup>1</sup>, С. Ж. Бейсенбаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Г.ғ.д., профессор (Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>География және табиғатты пайдалану факультетінің 2 курс магистранты  
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

**Тірек сөздері:** синхрондық коэффициенті, жоғары деңгейлі ағын, су тасу, реки жазық аймақтағы өзендер, үйлесімдік деңгейі.

**Аннотация.** Жоғары су тасқыны-өте қауіпті табиғи құбылыс, әсіресе ол үлкен аймақты қамтыған жағдайда. Мақалада Батыс, Шығыс, Орталық және Солтүстік Қазақстан алаптарындағы ағыстың жоғарғы және төменгі жылдық макси-мумының синхрондық дәрежесі қарастырылған.

### THE TERRITORIAL COHERENCE OF THE MAXIMUM FLOW FLUCTUATIONS ON UNREGULATED AND LOW REGULATED RIVERS IN THE NORTHERN PART OF KAZAKHSTAN

R. I. Galperin, S. Zh. Beisenbaeva

<sup>1</sup>Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Meteorology and Hydrology,  
The Geography and Environmental Sciences Faculty (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>Master's Degree student of the Department of Meteorology and Hydrology, The Geography and Environmental  
Sciences Faculty  
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

**Key words:** coefficient of synchronicity, maximum runoff, flood, plain zone river, degree of consistency.

**Abstract.** High flood is a very dangerous natural phenomenon, especially when it covers large areas. The article considers the degree of the synchrony of high and low annual maximum flow passage for river basins of the Western, Eastern, Central and Northern Kazakhstan.

## ЕЛЕК ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ НЕГІЗГІ ӨЗЕНДЕРІНІҢ МИНИМАЛ АҒЫНДЫ ҚАТАРЛАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

С. Қ. Дәулетқалиев<sup>1</sup>, М. С. Оспанова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Г.ғ.д., профессор (Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>География және табиғатты пайдалану факультетінің 2 курс магистранты  
(Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

**Тірек сөздер:** минимал ағынды, тірек бекет, корреляция коэффициенті, регрессия теңдеуі, бағалау.

**Аннотация.** Елек өзені алабының негізгі өзендерінің минимал ағынды қатарларын қалпына келтіру жазғы кезеңге жүргізілді. Есептеу мерзіміне соңғы жылдардағы минимал ағынды мәліметтері қолданылды. Минимал ағынды қатарын қалпына келтіру ұқсас өзенді таңдау бойынша есептік көпжылдық кезеңге келтірілді.

Көп жағдайда минимал ағындыны есептеу кезінде қолда бар деректер үнемі жеткілікті бола бермейді. Яғни, ағынды шамасының статистикалық қатары толық айналымдарды қамтымайтын болса және қолдағы қатардың орташа мәнінің орташа квадраттық қателігі 5–10 % артық болса қатар репрезентативті емес болып саналады. Бұл жағдайда қысқа қатар бойынша алынған қалыпты минимал ағынды, ағындының тербелісі есептік тұстамаға сәйкес келетін, қажетті дәлдікті қамтамасыз ететін бақылау қатары ұзын, репрезентативтілік ұғымын қанағаттандыратын ұқсас өзен бойынша, есептік көпжылдық кезеңге келтіріледі [1].

Қарастырылып отырған жұмыста Елек өзені алабының негізгі өзендерінің жазғы орташа айлық минимал ағынды қатарларын қалпына келтіру аналитикалық әдіс, регрессиялық талдау негізінде жүзеге асырылды, сондай-ақ келесі шарттар орындалды:

$$n' \geq (6-10); R \geq R_{\text{шек}}; R/\sigma_R \geq A_{\text{шек}}; k/\sigma_k \geq B_{\text{шек}}, \quad (1)$$

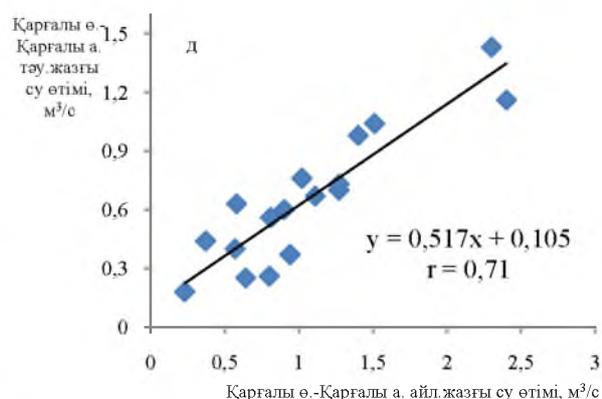
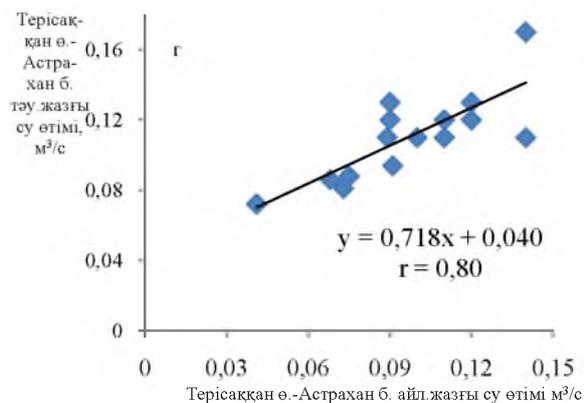
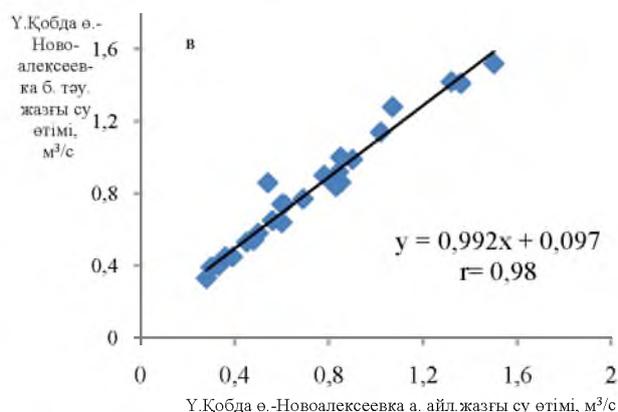
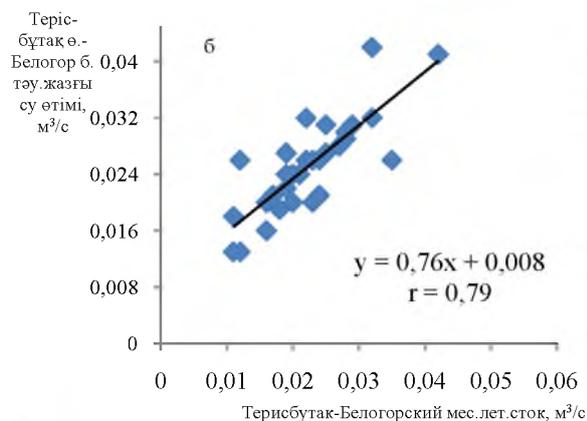
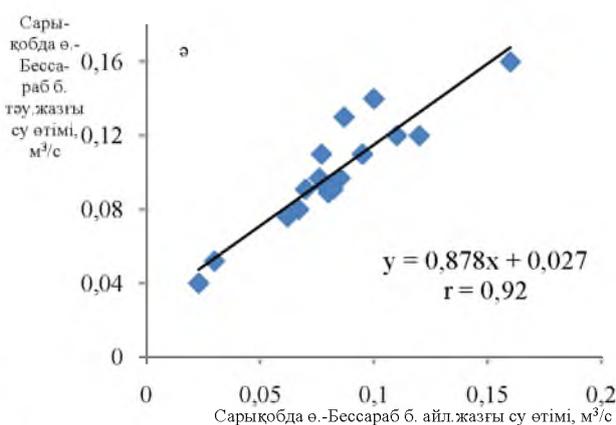
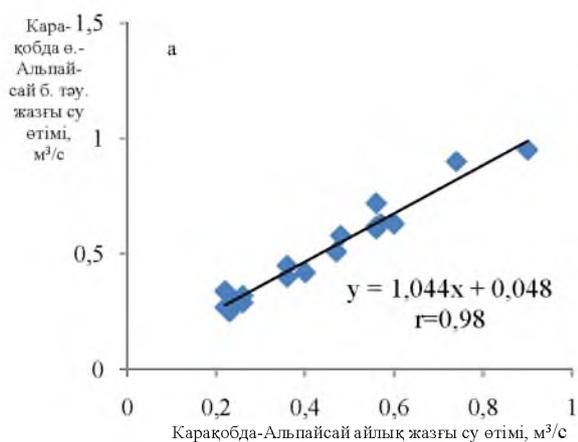
мұндағы  $n'$  – зерттелетін өзен мен ұқсас өзенде бір мезгілде байқалған қатар саны ( $n' \geq 6$  бір ұқсас өзен болған жағдайда,  $n' \geq 10$  екі немесе одан да көп ұқсас өзен болғанда) немесе байқалған қысқа қатарды қалпына келтірудегі ұқсас өзендер саны ( $n' \geq 6$ );  $R$  – зерттелетін өзен мен тірек бекет ағынды мәндері аралығындағы жұптық немесе жиынтық корреляция коэффициенті;  $k$  – регрессия теңдеуі коэффициенті;  $\sigma_k$  – регрессия коэффициентінің орташа квадраттық ауытқуы;  $R_{\text{шекті}}$  – жұптық немесе жиынтық корреляция коэффициенттерінің шекті мәндері (әдетте  $\geq 0,70$  деп көрсетіледі);  $A_{\text{шек}}$ ,  $B_{\text{шек}}$  – сәйкесінше  $R/\sigma_R$  және  $k/\sigma_k$  қатынастарының шекті мәндері (әдетте  $\geq 2$  деп беріледі).

Гидрологиялық аз зерттелген аймақтарда  $R_{\text{шек}}$ ,  $A_{\text{шек}}$  және  $B_{\text{шек}}$  мәндері кемуі мүмкін, керісінше жақсы зерттелген аймақта өседі.  $R_{\text{шек}}$ ,  $A_{\text{шек}}$  және  $B_{\text{шек}}$  мәндері ұлғайған жағдайда дәлдігі жоғары болады, бірақ қалпына келтірілген мәлімет көлемі азаяды [2, 3].

Жайық өзені алабының ең ірі өзені – Елек өзені және оның салалары болып табылады. Елек өзені алабы өзендерінде көптеген бекеттерде бақылаулар жүргізілген. Минимал ағынды бақылау қатарының ұзақтығы 8-ден 75 жылды құрайды. Елек ө. – Ақтөбе қ. бекеті тұрақты жұмыс істегенімен, жылдық ағынды жөніндегі мәліметтер барлық жылдарды қамтымаған немесе жекелеген айларда ғана өлшеулер жүргізілген. Сол себепті, 2001, 2003, 2004 жылдардағы минимал ағынды қатарын қалпына келтіру Елек ө. – Шелек б., ал 2002 жылдың су өтімі Жайық ө. – Көшім а. жазғы орташа айлық минимал ағынды мәліметтері бойынша қалпына келтірілді.

Елек өзені алабының негізгі өзендерінің жазғы айлық минимал ағынды қатарын қалпына келтіру кезінде қолданылатын регрессия теңдеулері, тірек бекет және теңдеу сипаттамалары туралы мәлімет 1-кестеде көрсетілді.

Бұл жұмыста жазғы орташа айлық минимал ағындыны анықтау кезінде Елек алабының негізгі өзендеріндегі минимал ағынды жоқ жылдардағы ағындыны қалпына келтіру кезінде қолданылатын корреляция, олардың байланыс сызықтарының графигі және теңдеулері суреттерде көрсетілген (сурет).



Елек алабының негізгі өзендеріндегі жазғы орташа айлық минимал ағындыны қалпына келтірудің байланыс сызықтарының графигі:

а – Қарақобда ө. – Альпайсай б.; ә – Сарықобда ө. – Бессараб б.; б – Терісбұтақ ө. – Белогор б.; в – Ү. Қобда ө. – Новоалексеевка а.; г – Терісаққан ө. – Астрахан б.; д – Қарғалы ө. – Қарғалы а.

Алап өзендерінің бақылау қатарларын қалпына келтіру басым көпшілігінде Елек ө.-Ақтөбе қ. бекеті және Жайық ө. – Көшім а. тұстамасы мәліметтері қолданылды. Ор ө. – Бөгетсай а. және Ор ө. – Еңбекші а.тұстамасы үшін де тығыз байланыстылығы анықталды. Дәлірек айтқанда, Ор ө. – Еңбекші а. тұстамасының 1948–1981, 1990–2010 жылдар үшін Елек ө. – Ақтөбе қ. бекетінің жазғы тәуліктік минимал ағынды қатары арқылы қалпына келтірілді, байланыс тығыздығы  $r = 0,95$  мәнін көрсетті. Ор ө. –Бөгетсай а. тұстамасы өзен ағындысы 1940–1947 жылдар кезеңі үшін  $r = 0,71$  жағдайында Елек ө. – Ақтөбе қ. аналог ретінде пайдаланылды.

Елек ө. – Шелек а. тұстамасындағы минимал ағынды да байланыс тығыздығы жоғары және сәйкес келетін бақылау мәліметтері бар кезеңдерді таңдай отырып қалпына келтірілді. Мұнда ұқсас

өзен ретінде 1940–1949 жылдар үшін Елек өзені – Ақтөбе қаласында байқалған жазғы айлық минимал су өтімдері ( $r = 0,70$ ) және 1998, 2002, 2006–2008 жылдар аралығында Жайық ө. – Көшім б. жазғы айлық минимал ағынды деректері ( $r = 0,72$ ) қабылданды. Елек алабы өзендерінде табиғи су көзі бұзылған, себебі ағындыны көпжылдық реттейтін Ақтөбе су қоймасы салынған. Бөгеннің өзен ағындысына әсерінен табиғи ағынды өзгерген. Сол себепті, алап өзендерінің табиғи ағындысын анықтау үшін бақыланған мәліметтер арқылы қатар табиғи жағдайдағы қалыпқа келтірілді.

Елек ө. – Целинное бекетінде бақылау жұмыстары 2003 жылдан бастап жүзеге асырылған. Сондықтан, ағынды қатарын көпжылдық кезеңге келтіру мақсатында 1940–2002 жылдар кезеңде Жайық ө. – Көшім б. таңдалынды. Бұл өзендердің ағындыларының арасындағы байланыс тығыздығы жеткілікті, яғни  $r = 0,72$  тең.

Урта-Буртя ө. – Дмитриевка бекетінде бақылау жүргізілмеген минимал ағынды шамалары Шаған ө. – Каменный бекеті аналогы бойынша  $r = 0,88$ , дәлірек айтқанда, орташа айлық минимал ағынды мәліметтері арқылы 1940–2002 жылдар кезеңі үшін қатар қалыпқа келтірілді.

Елек өзенінің негізгі салалары – Қобда, Сарықобда және Қарақобда өзендері. Аталған үш өзен бекеттері бойынша бақылау қатарын қалпына келтіру жұмысы орындалды. Үлкен Қобда өзенінде екі тұстамада өлшеу жұмыстары жүргізілген: Үлкен Қобда ө. – Новоалексеевское а. және Үлкен Қобда ө. – Кугала бекеті. Үлкен Қобда ө. – Новоалексеевское а. өзенінің 1940–1961 жылдар аралығындағы минимал ағындысы осы өзеннің жазғы тәуліктік минимал су өтімі тәуелділігімен есептелді. Үлкен Қобда ө. – Кугала б. тұстамасының 1940–1982, 1992–2010 жылдардағы минимал ағынды қатарын қалпына келтіру  $r = 0,78$  байланыс тығыздығымен, аталған өзеннің жазғы тәуліктік минимал ағындысы арқылы орындалды (бұл өзеннің жазғы тәуліктік минимал ағынды қатары өз кезегінде Үлкен Қобда ө. – Новоалексеевское б. арқылы қалпына келтірілген). Ал Қарақобда ө. – Альпайсай бекеті үшін осы өзеннің жазғы тәуліктік минимал су өтімі мәліметтері бойынша 1940–1962 жылдар кезеңі қатары қалпына келтірілді ( $r = 0,98$ ).

Сарықобда ө. – Бессараб бекетінің 1940–1956, 1963, 1988–2010 жылдардағы ағынды мәліметтері де Сарықобда өзенінің тәуліктік жазғы минимал су өтімі арқылы есептелді (ол өз кезегінде Қарғалы ө. – Қарғалы б. жазғы тәуліктік минимал ағынды мәліметтері бойынша қалпына келтірілген).

Елек өзенінің салалары – Қарғалы, Қосістек, Терісаққан өзендерінің бақылау қатарының ағынды шамалары жоқ жылдарын қалыпқа келтіру үшін негізгі шарттар ескерілді. Яғни ұқсас өзен таңдауда байланыс тығыздығы  $r > 0,70$  қанағаттандырады. Қарғалы ө. – Қарғалы бекетіне ұқсас өзен ретінде Елек ө. – Ақтөбе қ. бекетінің жазғы айлық минимал су өтімдері 1940–1957, 1998–1999, 2002–2003 жылдар кезеңіндегі минимал ағынды қатарын қалпына келтіру үшін таңдалынды ( $r = 0,71$ ). Қосістек ө. – Қосістек бекетінде 1940–1956, 1962 жылдарды қайта қалпына келтіру, осы өзеннің тәуліктік минимал су өтімі арқылы бағаланды және корреляция коэффициенті  $r = 0,74$  тең. Сонымен қатар, Терісбұтақ ө. – Белогорский бекетінің ағынды шамалары жоқ қатарды қалпына келтіруде қайта қалпына келтірілген осы өзеннің жазғы тәуліктік минимал ағынды мәліметі пайдаланылды. Демек, Терісбұтақ ө. – Белогорский бекетінің жазғы тәуліктік минимал ағынды қатары Елек ө. – Ақтөбе қ. бекетінің тәуліктік минимал ағындысы арқылы қалпына келтірілген.

Жазғы орташа айлық минимал ағынды қатарларын қалпына келтіру қарастырылып отырған Елек өзені алабының 20-ға жуық өзендері мен бекеттері үшін жүзеге асырылды. Көп өзендерде минимал ағындысын қалпына келтіру мақсатында байланыс тығыздығы  $r = 0,70$ -тен жоғары. Алайда, төменде келтірілген үш өзеннің минимал ағындысын қалпына келтіруде байланыс тығыздығы  $r = 0,70$  төмен екендігі байқалды. Бірақ, (1) шарттары толық сақталмаған, дәлірек айтқанда  $R/\sigma_R \geq A_{шек}$ ;  $k/\sigma_k \geq B_{шек}$  қанағаттандырады. Елек ө. – Ақтөбе қ. Қарабұтақ ө. – Қарабұтақ ауылы тұстамасындағы минимал ағынды қатарының осы өзеннің жылдық ағындысымен байланыс тығыздығы  $r = 0,56$  болса, Ақтасты ө. – Белогор бекетінің минимал ағынды қатарын қалпына келтіру үшін Елек ө. – Ақтөбе бекеті таңдалынды, байланыс тығыздығы  $r = 0,65$ .

Қорыта келе, қалыпқа келтірілген минимал ағынды қатарлары бақылау жүргізілген мәліметтерімен бірге жылдық ағындының параметрлерін есептеуге және қарастырылып отырған ауданның су ресурстарын, минимал ағындысын бағалауда қолданылады.

Жазғы айлық минимал ағынды қатарын қалпына келтіру кезінде қолданылатын регрессия теңдеулері, тірек бекет және теңдеу сипаттамалары туралы мәлімет

№	Өзен – бекет	F, км <sup>2</sup>	Байқалған кезең	Регрессия теңдеуі	Есептік кезең	Теңдеу сипаттамалары				Қайта қалпына келтірілген жылдар	Тірек бекет
						R	$\sigma_R$	$\frac{R}{\sigma_R}$	$\frac{K}{\sigma_K}$		
1	Елек – Ақтөбе қ.	11 000	1938-2000, 2005-2010	$y=0,135x + 0,113$	1950-1974	0,66	0,117	5,65	4,33	2001, 2003, 2004	Елек-Шелек а. жазғы айлық мин. ағын.
				$y=0,064x - 1,612$	1980-2000	0,64	0,137	4,64	3,68	2002	Жайық-Көпшім а. жазғы айлық мин. ағын.
2	Елек – Целинный а.	14 575	2003-2010	$y=7,099x + 0,128$	2003-2010	0,72	0,198	3,63	2,73	1940-2002	Жайық-Көпшім а. жазғы айлық мин. ағын.
3	Елек – Шелек а.	37 300	1949-1997, 2006-2007	$y=3,42x + 3,52$	1950-1974	0,70	0,213	2,47	2,20	1940-1949	Елек-Ақтөбе қ. жазғы айлық мин. ағын.
				$y=0,087x + 0,589$	1949-1957	0,72	0,194	3,73	2,78	1998, 2002, 2006-2008	Жайық-Көпшім а. жазғы айлық мин. ағын.
4	Қарғалы – Қарғалы а.	5000	1958-1997, 2000-2001, 2004-2010	$y=0,414x + 0,281$	1958-1974	0,71	0,126	5,65	4,08	1940-1957, 1998-1999, 2002-2003	Елек –Ақтөбе қ. жазғы айлық мин. ағын
5	Қосістек – Қосістек а.	281	1957-1961, 1963-2010	$y=0,718x + 0,009$	1957-1961, 1963-1974	0,74	0,117	6,34	4,40	1940-1956, 1962	Жазғы тәулік мин. ағын.
6	Терісбұтақ – Белогор	19,8	1948-1962, 1964-1989	$y=0,675x - 0,010$	1958-62, 1964-89	0,79	0,069	11,4	7,10	1940-1947, 1963, 1990-2010	Жазғы тәулік мин. ағын.
7	Ү.Хобда – Новоалексеевка а.	8110/20	1962-2010	$y=0,962x + 0,110$	1962-1990	0,98	0,007	138	27,0	1940-1961	Жазғы тәулік мин. ағын.
8	Ү.Хобда – Кугала а.	14200	1983-1991, 2004-2010	$y=759x + 0,922$	1983-1991, 2004-2010	0,78	0,105	7,43	4,82	1940-1982, 1992-2010	Жазғы тәулік мин. ағын.
9	Қарахобда – Альпайсай	2240	1963-2010	$y=1,045x + 0,049$	1963-1980	0,98	0,010	95,4	19,9	1940-1962	Жазғы тәулік мин. ағын.
10	Сарыхобда – Бессараб	675	1957-1962, 1964-1987	$y=0,878x + 0,027$	1957-1962, 1964-1974	0,92	0,038	24,3	9,64	1940-1956, 1963, 1988-2010	Жазғы тәулік мин. ағын.
11	Терісаққан – Астрахан	446	1958-1995	$y=0,719x + 0,041$	1958-1974	0,80	0,091	8,80	5,41	1940-1957, 1996-2010	Жазғы тәулік мин. ағын.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т. 12, вып. 2. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеоздат, 1970.  
 [2] Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Вып. 3. Актюбинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966.  
 [3] Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП-33-101-2003-м. – Госстрой России, 2004.

## REFERENCES

- [1] Surface water resources of the USSR. Vol. 12, iss. 2. Ural-Emba district. L.: Gidrometeoizdat, 1970 (in Russian).  
[2] Surface water resources of the USSR. Vol. 12. Lower Volga region and Western Kazakhstan. Iss. 3. Aktobe region. L.: Gidrometeoizdat, 1966 (in Russian).  
[3] Definition of basic design hydrological characteristics. SP-33-101-2003-m. State Committee of Russia, 2004 (in Russian).

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЯДОВ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА ОСНОВНЫХ РЕК БАСЕЙНА ИЛЕК

С. К. Давлетгалиев<sup>1</sup>, М. С. Оспанова<sup>2</sup><sup>1</sup>Д.г.н., профессор (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)<sup>2</sup>Магистрантка 2-го курса кафедры метеорологии и гидрологии  
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

**Ключевые слова:** минимальный сток, река-аналог, коэффициент корреляции, уравнение регрессии, оценка.

**Аннотация.** Восстановление минимального стока основных рек бассейна Илек проводится в летнее время. В расчетный период применяется минимальный сток за последние годы. Восстановление рядов минимального стока проводится за расчетный многолетний период по выбору аналогичных рек.

## RESTORATION SERIES MINIMAL FLOW OF THE MAIN RIVERS OF THE BASIN ILEK

S. K. Davletgaliev<sup>1</sup>, M. S. Ospanova<sup>2</sup><sup>1</sup>Doctor of Geographical Sciences, Professor (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)<sup>2</sup>Master's Degree student of the Department of Meteorology and Hydrology  
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

**Key words:** minimal flow, river analog, correlation coefficient, regression equation, evaluation.

**Abstract.** Restoring the minimum flow of the main rivers of Elek conducted in the summer. In the billing period applicable minimum flows in recent years. Recovery minimum runoff series held for the settlement period of years by the same choice of the river.

УДК 551.324.86

## СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОЛЕДЕНЕНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ТАЛАС

Е. Н. Вилесов

Д.г.н., профессор кафедры географии, землеустройства и кадастра  
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

**Ключевые слова:** климат, оледенение, баланс массы ледников, абляция, ледниковый сток.

**Аннотация.** Рассматриваются пространственно-временные изменения размеров оледенения в бассейне реки Талас за 56 лет (1957–2013 гг.). Основой для суждения о направленности динамики ледников послужило сравнение их морфометрических характеристик за эти годы. Установлено, что за 56 лет площадь оледенения сократилась на 40,83 км<sup>2</sup> (46,7 %). Объем ледников уменьшился на 1,4354 км<sup>3</sup> (52,4 %). Среднее значение баланса массы оледенения составило минус 35 г/см<sup>2</sup>. Безвозвратная потеря массы со всей площади ледников равна 20 м в слое воды. Сокращение размеров оледенения обусловило уменьшение объема ледникового стока за рассматриваемый период на 25 %.

**Введение.** Бассейн реки Талас расположен на северо-западе Кыргызстана и юго-западе Казахстана. Природные условия и ресурсы этого бассейна способствовали интенсивному развитию на его территории как сельского хозяйства, так и промышленности. В низовьях долины Таласа расположен город Тараз – административный центр Жамбылской области с населением более 350 тысяч жителей. В нем находятся три крупных предприятия фосфорной промышленности, в том числе Новожембылский фосфорный завод и завод «Химпром». В средней части бассейна лежит город Талас – административный центр Таласской области Кыргызстана с развитой пищевой и перерабатывающей промышленностью, ориентированной на переработку местного сельскохозяйственного сырья. Всего в бассейне Таласа проживают более 600 тысяч человек. Понятно, что все отрасли хозяйства и многочисленное население постоянно нуждаются в воде. Поэтому оценка водных ресурсов, в том числе ледниковых, которые в последние десятилетия заметно сокращаются в связи с потеплением климата, представляется достаточно важной задачей.

**Рельеф и климатические условия.** Бассейн Таласа с севера ограничен Кыргызским хребтом, на юге – Таласским Алатау. На востоке хребты сходятся под острым углом, образуя Таласско-Киргизский горный узел, замыкающий бассейн Таласа с востока.

Таласский Алатау (кирг. – Таласский Ала-Тоо) – горный хребет в системе Западного Тянь-Шаня. Его длина – около 270 км, средняя высота – 3700–3800 м, отдельные вершины превышают 4000 м, а высшая точка – пик Манас достигает отметки 4482 м (рисунок 1).

Высокогорная зона Таласского Алатау имеет типичный альпийский облик: скалистый рельеф, забуренные вершины гребня, покрытые местами льдом и фирном, крутые (до 60–70°) склоны.

Верхняя часть Таласского хребта характеризуется выходами коренных пород, преимущественно метаморфических сланцев и гранитов, отчего здесь распространены обширные осыпи. Выше 3500 м расположены кары со сравнительно пологими стенками и с днищами, заполненными грубообломочным материалом. В этих карах сосредоточена большая часть ледников северного склона Таласского Алатау. В предгребневой части хребта хорошо развиты трюги.

Киргизский хребет в районе имеет широтное направление. Средняя высота его около 3500 м, отдельные вершины превышают 4000 м. Эта западная часть хребта сухая, изрезана множеством ложбин и саев.



Рисунок 1 – Гора Манас (4482 м)

Климат района характеризуется высотной зональностью и определяется как внутриконтинентальным положением Тянь-Шаня, так и его горным рельефом с резкими изменениями высот на относительно небольших расстояниях. В то же время мощная горная система сама формирует климат, так как оказывает существенное влияние на циркуляцию воздушных масс, температурную и влажностную трансформацию воздуха, распределение атмосферных осадков и другие процессы. В средних и верхних слоях атмосферы (2–3 км) над Средней Азией преобладает западный перенос воздуха. Горные системы, имеющие своеобразную линию изгиба, направленную с юго-запада на северо-восток, представляют собой как бы «ловушку» или «мешок» для осадков. В высокогорной зоне (свыше 3500 м) осадки выпадают преимущественно в твердом виде, в предгорной число дней с твердыми осадками уменьшается, а в нижней части долины Таласа они выпадают только зимой. По данным МС «Талас» средняя годовая температура составляет  $7,5^{\circ}\text{C}$ , на высотах более 3500 м она уменьшается до минус  $6\text{--}10^{\circ}\text{C}$ . Выпадение осадков в теплый период года определяется местными факторами и холодными вторжениями, приносящими влагу. В этот период, особенно в апреле – июне, повсеместно заметно увеличение осадков во всех высотных зонах. Вследствие общих природных условий (высотного простираия и положения относительно направления влагоносных воздушных потоков) наиболее увлажненной частью района являются склоны Таласского Алатау, получающие более 1000–1200 мм осадков. Относительная влажность колеблется от 60 до 80 %. Распределение снежного покрова в бассейнах рек неравномерное, а толщина его в конце зимы в высотной зоне 3200–3500 м достигает 130–150 см. В этой зоне общая облачность составляет 5–7 баллов.

В последние десятилетия средние годовые и средние летние (за июнь–август) температуры воздуха в районе существенно повысились, о чем свидетельствует их годовой ход на МС «Талас» (рисунок 2).

Средняя многолетняя годовая температура составила  $10,4^{\circ}\text{C}$ . Она повысилась с  $9,3^{\circ}\text{C}$  в десятилетие 1951–1960 гг. до  $11,5^{\circ}\text{C}$  в декаде 2001–2010 гг., т.е. на  $2,2^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура трех летних месяцев, с которой связана величина суммарной абляции, за эти же сроки возросла на  $1,4^{\circ}\text{C}$  – с  $22,8$  до  $24,2^{\circ}\text{C}$ . Что касается осадков, средняя годовая сумма которых составляет 350 мм, то в их межгодовом ходе какой-либо тенденции не обнаружено. Такие изменения климатических условий района, в особенности в летней температуре воздуха, не могли не сказаться на состоянии ледников бассейна Таласа.

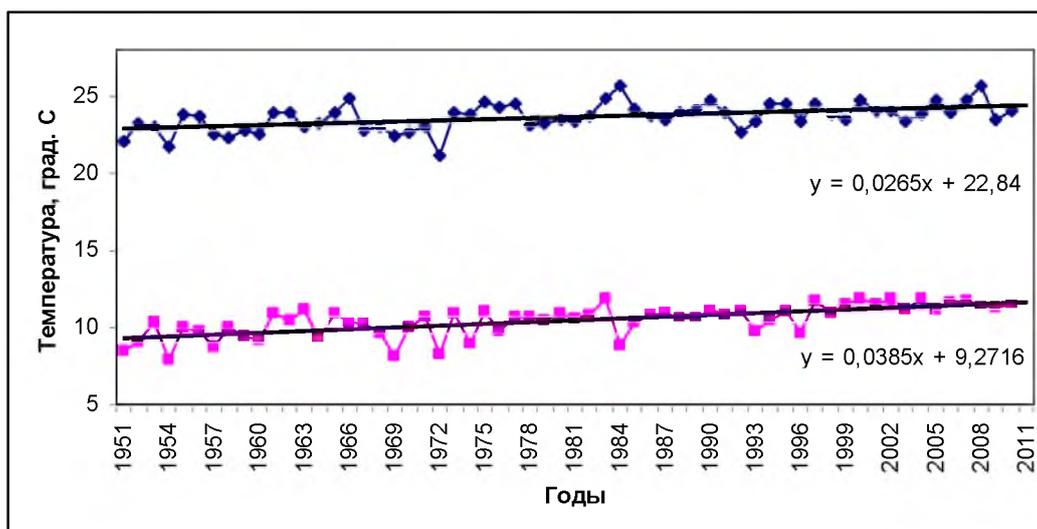


Рисунок 2 – Межгодовой ход средней годовой (нижняя кривая) и средней летней температуры (верхняя кривая) по МС «Талас» за 1951–2010 гг.

**Методика исследований.** В первом Каталоге ледников бассейна [1], составленном сотрудниками Гидрометслужбы Киргизской ССР, морфометрические показатели оледенения были получены путем картометрического анализа топоосновы М 1:100 000 с привлечением аэрофотоснимков залетов 1957 и 1961 гг. согласно рекомендациям «Руководства по составлению Каталога ледников» [2]. По данным [1], в 1957 г. в бассейне Таласа было учтено 202 ледника с площадью 87,4 км<sup>2</sup> (без морен).

Для изучения оледенения рассматриваемой территории в 2013 г. использовались космические снимки Landsat с разрешением 15 м, бесплатно распространяемые в сети Интернет National Aeronautics and Space Administration (NASA). Использование этих снимков обеспечивает полный охват всего бассейна Таласа. Для получения истинных контуров и размеров ледников очень важен сезон космосъемки. Понятно, что наиболее эффективна космическая фотосъемка, проведенная на исходе лета, в конце августа – начале сентября, так как именно в это время весь сезонный снежный покров практически стаивает, открывая собственно тело ледника.

Космоснимок после предварительной геокоррекции был векторизован (оцифрован) при помощи ГИС-программ ArcGIS и MapInfo. Как вспомогательная программа для визуализации 3D данных был использован Global Mapper. Векторизацию можно кратко охарактеризовать как процесс преобразования растровых данных (в этом случае изображения интересующих нас объектов на космоснимке) в векторную форму. В итоге мы получаем векторные слои, имеющие не только географически привязанные графические контуры составляющих их объектов, но и расширенную атрибутивную информацию. Информация о ледниках представлена в виде базы данных, содержащей морфометрическую характеристику. Для каждого ледника зафиксированы такие показатели, как площадь, длина, высота высшей и низшей точек, экспозиция. Указанные характеристики определяются в автоматическом или полуавтоматическом режиме с требуемой точностью. Затем следуют параметры, полученные путем расчетов по методикам, которые мы считаем наиболее подходящими и дающими результаты, сопоставимые с данными расширенных исследований на отдельных ледниках. К таковым относятся объем и толщина ледника. Все прочие объекты (реки, озера, линии водоразделов хребтов) также были векторизованы.

**Результаты исследований и их обсуждение.** *Изменение количества ледников* в условиях деградации оледенения произошло в результате двух процессов: за счет полного стаивания малых ледников (меньше 0,1 км<sup>2</sup>) и распада крупных ледников на более мелкие. В зависимости от местных условий орографии и рельефа, особенностей абляции и снегонакопления в разных частных бассейнах преобладал тот или иной процесс. Так, в верховьях Каракола на востоке района превалировал распад оледенения, в результате чего количество ледников здесь увеличилось на 12. Такая же участь постигла и самый крупный ледник района Вокруг света (№ 125 по каталогу) в

истоках р. Ар-Мурал, от основного тела которого отделилось с десятков мелких ледников. Напротив, в бассейнах рек Кумыш, Урмарал и др. в центральной пониженной (менее 3900 м) части северного склона Таласского Алатау, где оледенение представлено мелкими каровыми и висячими ледниками (0,1–0,3 км<sup>2</sup>), шло их интенсивное стаивание, и их количество сократилось на 15. В целом за прошедший период общее количество ледников в районе уменьшилось на четыре (таблица 1).

Таблица 1 – Изменения ледниковых параметров за 1957–2013 гг.

Параметры	1957 г.	2013 г.	1957–2013 гг.
Количество ледников	202	198	-4
Площадь оледенения	87,4	46,571	-40,829
Объем ледников	2,7397	1,3043	-1,4354

**Изменение площади оледенения.** Сокращение площади оледенения служит важнейшим показателем его деградации. Величина этого сокращения зависит от ряда особенностей конкретного ледника – его размеров, морфологического типа, экспозиции, условий питания, высоты горного обрамления и пр. Сопоставление данных первого каталога ледников [1] с космоснимками 2013 г. показало существенное сокращение площади оледенения района (имеется в виду чистая площадь ледников, без морен стадии фернау и современных) (таблица 1).

Наибольшие потери площади понесли ледники в бассейнах Чон-Чичкан, Бешташ и Колба, где оледенение носит дисперсный характер и в 1957 г. было представлено мелкими ледниками со средней площадью 0,25 км<sup>2</sup>. Потери площади льда в этих бассейнах составили соответственно 70, 72 и 80 %. Наиболее устойчивыми в плане сокращения площади оказались ледники на восточном фланге хребта, в бассейнах рек Чон-Кошой и Каракол, где их площадь уменьшилась лишь на 23 %.

В 1957 г. в бассейне Таласа самыми крупными по размерам были котловинные ледники, лежащие в верховьях р. Ал-Мурал, № 125 – Вокруг света с площадью 6,7 км<sup>2</sup> и № 122 – СГП – 6,4 км<sup>2</sup>. В 2013 г. первенство по площади перешло к леднику СГП – 5,325 км<sup>2</sup> против 3,931 км<sup>2</sup> у ледника Вокруг света.

Средняя скорость сокращения площади оледенения района за 1957–2013 гг. составила 0,74 км<sup>2</sup>/год. В целом за 56 лет площадь ледников здесь уменьшилась на 46,7 %, или по 0,85 %/год. Аналогичные темпы деградации присущи и другим ледниковым районам Юго-Восточного Казахстана, в частности Заилийскому и Джунгарскому Алатау [3, 4].

В связи с деградацией оледенения средняя площадь ледника в районе за эти годы сократилась почти вдвое – с 0,43 до 0,23 км<sup>2</sup>. Из ныне еще существующих ледников около половины имеют площади менее 0,1 км<sup>2</sup> и являются «кандидатами» на их скорое стаивание.

**Изменение объема ледников и оценка баланса их массы.** Сокращение численности и площади ледников, сопровождавшееся понижением уровня поверхности льда, естественно, привело к уменьшению их толщины и объема содержащегося в них льда.

Объем ледников  $V$  (км<sup>3</sup>) в рассматриваемых бассейнах рассчитывался по формуле Н. В. Ерасова [5]:

$$V = 0,027 \sqrt{F^3}, \quad (1)$$

где  $F$  – площадь ледника, км<sup>2</sup>.

Величины изменения объема льда ледников, рассчитанные по формуле (1), также представлены в таблице 1.

За 56 лет относительное уменьшение объема отдельных ледников по частным бассейнам варьируется в довольно широких пределах – от 20 до 100 % (в случаях их полного стаивания), составляя в целом по ледниковой системе 52,4 %. Средняя скорость сокращения объема льда за период составила 0,026 км<sup>3</sup>/год, соответствуя скорости относительного сокращения объема льда по 0,95 %/год.

Исходя из изложенных результатов изменения основных гляциологических показателей можно оценить величину и знак баланса массы как отдельных ледников, так и ледниковой системы в целом за период между измерениями в «реперные» годы по формуле

$$B = \frac{(V_2 - V_1) \cdot \rho}{TF} \cdot 10^5, \quad (2)$$

где  $B$  – баланс массы ледника, г/см<sup>2</sup>/год;  $(V_2 - V_1)$  – изменение объема ледника за расчетный интервал времени, км<sup>3</sup>;  $T$  – расчетный интервал времени, число лет;  $F$  – средняя площадь оледенения за расчетный интервал времени, км<sup>2</sup>;  $\rho$  – плотность льда, принятая равной 0,9 г/см<sup>3</sup>.

Рассчитанный по формуле (2) средний годовой удельный баланс массы ледниковой системы за 1957–2013 гг. оказался существенно отрицательным и равным – 35 г/см<sup>2</sup>. Иными словами, за 56 лет со всей своей площади ледники потеряли почти 20 м в слое воды. В 2013 г. средняя толщина ледников здесь составила около 30 м.

**Оценка величины абляции и ледникового стока.** Талас – река, протекающая по территории Кыргызстана и Казахстана (рисунок 3). Длина реки – 661 км, площадь ее водосборного бассейна в створе ГП «Кировское» – 7940 км<sup>2</sup>. Образуется от слияния рек Каракол и Уч-Кошой, берущих свое начало в ледниках Таласского хребта в Киргизии. На своем пути Талас принимает много притоков, из которых наиболее полноводные Урмарал, Кара-Буура, Кумуштак, Калба, Бешташ. На реке находятся гидроузлы Таласский, Темирбекский, Жеимбетский и Уюкский. В нижнем течении река теряется в песках Мойынкум.



Рисунок 3 – Река Талас в среднем течении

Водные ресурсы бассейна р. Талас – 1,74 км<sup>3</sup>. Площадь орошаемых земель – 162,7 тыс га, в том числе в Республике Казахстан – 60,0 тыс га (37 %), в Кыргызстане – 102,7 тыс. га (63 %). В 1980 г. здесь было 24 гидропоста, к 2010 г. их осталось 10. В верховьях Таласа средний годовой расход равен 15,3 м<sup>3</sup>/с, а в створе Кировского водохранилища (его емкость – 550 млн м<sup>3</sup>) – 33 м<sup>3</sup>/с. Далее воды Таласа разбираются на орошение и теряются в песках.

Для определения среднего многолетнего значения ледникового стока по суммарной абляции  $A$  (мм) использовалась тесная ее связь со средней летней (июнь–август) температурой воздуха  $t_n$  (°C) на высоте границы питания (фирновой линии), установленная А. Н. Кренке [6]:

$$A = (t_n + 9,5)^3. \quad (3)$$

В качестве базовой взята метеостанция «Тараз», расположенная в долине р. Талас на высоте 665 м. Величина вертикального температурного градиента, согласно рекомендациям А. Н. Кренке [6], принята равной 6,8 °С/км. Средняя высота фирновой линии на ледниках района – 3760 м. Средняя летняя температура воздуха на этой высоте, с учетом скачка температуры при переходе с неледниковой поверхности на ледники, равного –1°С, составила 1,4 °С. Среднее годовое значение суммарной абляции, рассчитанное по формуле (3), оказалось равным 1400 мм. Средняя за 55 лет площадь ледников в бассейне – 70 км<sup>2</sup>.

Результаты расчетов нормы общего речного и ледникового стока в замыкающем створе бассейна с учетом приведенных показателей температуры воздуха и площади льда представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средний многолетний сток бассейна реки Талас

Общий сток				Ледниковый сток				
F	Q	W	H	F <sub>л</sub>	Q <sub>л</sub>	W <sub>л</sub>	H <sub>л</sub>	W <sub>л</sub> /W
7940	33	1031	130	70	3,05	96	1400	9,3
<p><i>Примечания:</i> F и F<sub>л</sub> – общая площадь водосбора и площадь ледников, км<sup>2</sup>; Q и Q<sub>л</sub> – расход общего и ледникового стока, м<sup>3</sup>/с; W и W<sub>л</sub> – объем общего и ледникового стока, 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>; H и H<sub>л</sub> – слой общего и ледникового стока, мм; W<sub>л</sub>/W – доля ледникового стока в общем стоке, %.</p>								

Как следует из данных таблицы 2, средний многолетний ледниковый сток в бассейне составил 96 млн м<sup>3</sup> и 9,3 % от общего речного стока. В период абляции доля ледникового стока в замыкающем створе увеличивается до 20–25 %. Слой ледникового стока, как и его модуль, более чем на порядок превышает слой стока с неледниковой части бассейна. Доля ледникового стока, образующаяся за счет таяния сезонного снега, может быть определена из разности слоя суммарной абляции и «чистого» баланса массы льда, т.е. H<sub>л</sub> – B = 1400–350 = 1050 мм. Таким образом, ледниковый сток на 75 % обусловлен таянием снега (72 млн м<sup>3</sup>) и лишь на 25 % – таянием глетчерного льда (24 млн м<sup>3</sup>). Практически аналогичное соотношение составляющих суммарной абляции было получено при натурных измерениях таяния снега и льда на ледниках Заилийского и Джунгарского Алатау [3, 4]. Эти данные подтверждают существующие представления о ведущей роли сезонных осадков в ледниковом стоке в горах Юго-Восточного Казахстана.

**Заключение.** В последние десятилетия температура воздуха в горах юго-востока страны, как и всюду в Казахстане, заметно повысилась. В соответствии с этим величина суммарной абляции, рассчитываемая по формуле (3), также увеличилась. Тем не менее в связи с уменьшением площади оледенения ледниковый сток постепенно сокращается. В первом десятилетии XXI в. его величина оценивается в 75–80 млн м<sup>3</sup> при площади оледенения уже менее 50 км<sup>2</sup>. За 55 лет в реку Талас за счет ледникового стока поступило 5,3 км<sup>3</sup> воды.

Судя по выявленным трендам сокращения ледниковой площади, оледенение в бассейне Таласа может исчезнуть к 2080 году. Объем речного стока может сохраниться практически на современном уровне при условии увеличения атмосферных осадков на 10–15 % при потеплении климата.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Каталог ледников СССР. Т. 14. Вып. 2. Часть 1. Бассейны рек Асса, Талас. 1968. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 68 с.
- [2] Руководство по составлению Каталога ледников СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 154 с.
- [3] Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы: КазГУ, 2001. – 252 с.
- [4] Вилесов Е.Н., Морозова В.И., Северский И.В. Оледенение Джунгарского (Жетысу) Алатау: прошлое, настоящее, будущее. – Алматы, 2012. – 244 с.
- [5] Ерасов Н.В. Метод определения объема горных ледников // МГИ. – М., 1968. – Вып. 14. – С. 307-308.
- [6] Кренке А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 288 с.

## REFERENCES

- [1] Catalogue of glaciers of the USSR. Vol. 14. Issue 2. Part 1. River basins Assa, Talas. L.: Gidrometeoizdat, 1968. 68 p. (in Russ.).
- [2] Guidelines for compiling a catalog of glaciers of the USSR. L.: Gidrometeoizdat, 1966. 154 p. (in Russ.).
- [3] Vilesov E.N., Uvarov V.N. The evolution of modern glaciation of the Zailiyskiy Alatau in the XX-th century. Almaty: Kazakh State University, 2001. 252 p. (in Russ.).
- [4] Vilesov E.N., Morozova V.I., Severskiy I.V. Glaciation Jungar (Zhetysu) Alatau: past, present, future. Almaty, 2013. 244 p. (in Russ.).
- [5] Erasov N.V. The method of determining the volume of glaciers. Data of Glaciological Studies. M., 1968. Publ. 14. P. 307-308. (in Russ.).
- [6] Krenke A.N. Mass-exchange in Glacier Systems over the Territory of the USSR. L.: Gidrometeoizdat, 1982. 288 p. (in Russ.).

## ТАЛАС ӨЗЕНІ БАССЕЙНІНІҢ ҚАЗІРГІ МҰЗБАСУ ӨЗГЕРІСТЕРІ МЕН АХУАЛЫ

**Е. Н. Вилесов**

Г.ғ.д., жағрафияның, қоныстандырушылықтың және кадастрдың кафедрасының профессоры  
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

**Тірек сөздер:** ахуал, мұздану, мұздықтың елінің теңгерімі, абляциясы, мұздықтың ағынының.

**Аннотация.** Талас өзендері бассейнінде соңғы 56 жылда (1957–2013) мұздану өлшемдерінің кеңістіктік-уақыттық өзгерістері қарастырылады. Мұздықтар серпінінің бағытталуы туралы пікірге оларды 1957 және 2013 ж. аралығындағы жіктеу барысында алынған морфометриялық сипаттары негіз болды. 60 жыл ішінде олардың аумағы 40,83 км<sup>2</sup> (46,7 %) қысқарғаны анықталды. Мұздықтар көлемі 1,4354 км<sup>3</sup> (52,4 %) қысқарған. Мұз басу салмағы балансының орташа мәні –35 г/см<sup>2</sup>. Мұздықтардың бүкіл аумағындағы қайта қалпына келмейтін салмақтың жоғалуы су қабатында 20 м құрайды. Мұздану ауданының қысқаруы қарастырылып отырған кезеңде мұздық ағын көлемінің 25 %-ға азаюымен түсіндіріледі.

## MODERN CLIMATE CHANGE AND GLACIATION IN THE TALAS RIVER BASIN

**E. N. Vilesov**

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Geography, Land Management and Cadastre  
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

**Key words:** climate, glaciation, glacier mass balance, ablation, glacial runoff.

**Abstract.** The features of spatial and temporal changes of glaciations in the basin Talas for 56 years (1957–2013). The basis for judging the direction of dynamic of the ice ridge was a comparison of their morphometric characteristics, obtained by cataloging in 1957 and 2013. For the first terms are used aerial photographs, and for 2013 – Landsat satellite imagery with a resolution of 15 m. As a result of this work showed that in 56 years the area of glaciers reduced to 40,83 км<sup>2</sup> (46,7 %). Ice volume was less than 1,4354 км<sup>3</sup> (52,4 %). The average value of the mass balance of glaciers was found to be –35 g/cm<sup>2</sup>. Total permanent loss of mass from the entire area of glaciers was 20 m in the water layer. Reducing the size of glaciation caused a decrease in the volume of glacial runoff during the period by 25 %.

## ИЗМЕНЕНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ С ПРЕОБЛАДАНИЕМ МАЛЫХ ЛЕДНИКОВ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Т. В. Кудышкин<sup>1</sup>, Ю. А. Тарасов<sup>2</sup>, А. В. Яковлев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Старший научный сотрудник (НИГМИ Узгидромета, Ташкент, Узбекистан)

<sup>2</sup>Ведущий инженер (НИГМИ Узгидромета, Ташкент, Узбекистан)

<sup>3</sup>Начальник отдела (УзГИП, Ташкент, Узбекистан)

**Ключевые слова:** ледники, изменение оледенения, ГИС, обработка спутниковых снимков.

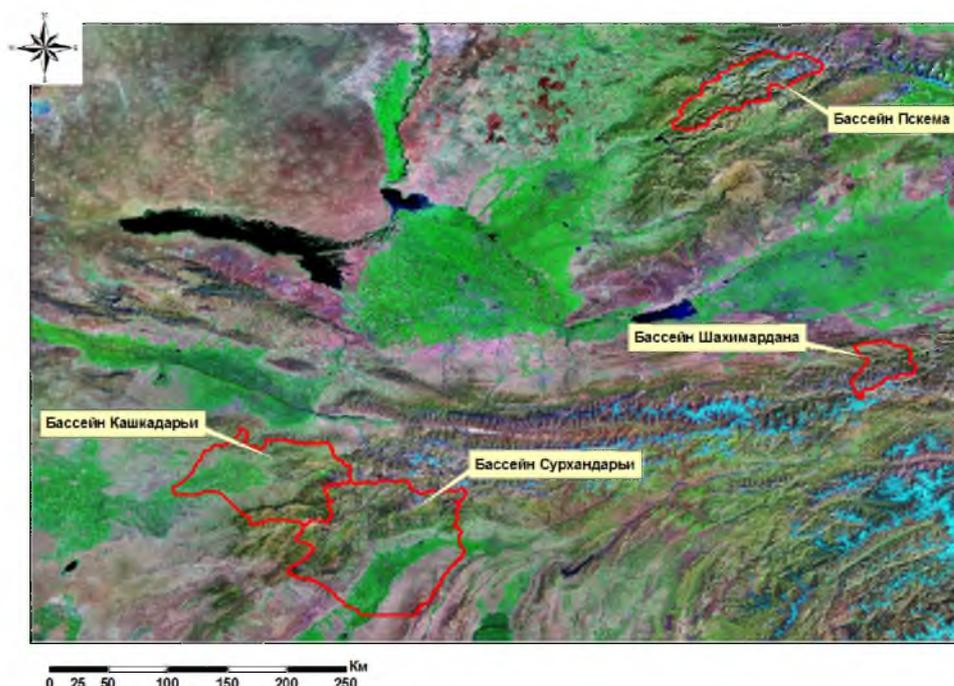
**Аннотация.** Представлены результаты инвентаризации современного состояния оледенения бассейнов рек Пскем, Шахимардан, Кашкадарья и Сурхандарья, имеющих ледники малых форм. Проанализировано изменение оледенения в бассейнах рек со второй половины XX века по настоящее время. На общем фоне деградации ледников во всех исследуемых бассейнах темпы сокращения оледенения существенно разные от бассейна к бассейну.

**Введение.** Изначальной целью нашей работы было проведение инвентаризации современного состояния ледников, расположенных на территории Узбекистана. Такая инвентаризация была выполнена по спутниковым снимкам за 2010 г. Ледники в Узбекистане расположены в бассейне реки Кашкадарья (полностью), в части бассейна реки Пскем (притоки реки Пскем, бассейн реки Ойгаинг) и в части бассейна реки Сурхандарья (бассейн рек Сангардак и Тупаланг).

Ледники этих речных бассейнов представлены ледниками малых форм. У нас появилась вторая цель – оценить реакцию изменения оледенения речных бассейнов, имеющих ледники небольших размеров (преимущественно менее 1 км<sup>2</sup>), в начале XXI века и сравнить эту реакцию с той, которая отмечалась во второй половине XX века.

Для этого была проведена инвентаризация всех ледников в бассейнах рек Пскем (западные отроги Западного Тянь-Шаня), Кашкадарья (западные отроги Гиссарского хребта), Сурхандарья (южные склоны Гиссарского хребта), расположенных не только на территории Узбекистана. Бассейн Пскема находится довольно далеко к северу от бассейнов Кашкадарья и Сурхандарья, и для того чтобы оценить более плавно влияние зональных факторов, была проведена инвентаризация ледников в бассейне реки Шахимардан – северные склоны Алайского хребта (рисунок 1).

Рисунок 1 –  
Спутниковое  
изображение  
с контурами границ  
исследуемых  
речных бассейнов



Таким образом, в выборку для проведения нашего исследования вошли речные бассейны, находящиеся в разных макроклиматических и орографических условиях – открытость речных бассейнов преобладающим влажным воздушным массам, географическая широта местности, преобладающая экспозиция склонов, высотный диапазон распространения оледенения и т. п.

Ранее для этих речных бассейнов А. С. Щетинниковым [1–3] были проведены две инвентаризации ледников: в 1957 г. по данным аэрофотосъемки и в 1980 г. по данным аналоговых спутниковых снимков.

**Методика проведения инвентаризация ледников речных бассейнов.** Инвентаризация ледников бассейнов рек Пскем, Шахимардан, Кашкадарья и Сурхандарья была проведена с использованием цифровых спутниковых снимков семейства Landsat.

Были отобраны и получены с сайта Национальной геологической службы США <http://earthexplorer.usgs.gov/> спутниковые снимки Landsat-5 (TM) и Landsat-7 (ETM+) на территорию бассейнов рек Пскем, Шахимардан, Кашкадарья и Сурхандарья.

Основными критериями выбора спутниковых снимков являлось отсутствие облачности над исследуемыми объектами. Также все спутниковые изображения были подобраны на дату съемки – вторая половина августа – середина сентября, когда ледники были свободны от сезонного снежного покрова в их языковой части, а склоны гор лишены его полностью.

Для расчета высотных характеристик ледников использовалась цифровая модель рельефа местности SRTM с пространственным размером ячейки 90 на 90 м.

Все географические объекты, такие, как снег, лед, почва, растительность и т.д., имеют свои спектральные яркости в различных диапазонах спектра электромагнитных волн. Эти характеристики принято называть спектральной подписью объекта. Для распознавания ледников нас интересуют спектральные подписи следующих объектов: снег, лед, голые скалы и открытые почвы, поверхности, покрытые растительностью, вода. Как отмечалось, для дешифрирования ледников подбирались снимки, которые не содержали облачный покров и свежеснеговывали снег, поэтому хорошо были видны все объекты на поверхности земли.

Для дешифрирования ледников по цифровым спутниковым снимкам были созданы компьютерные изображения в псевдоцвете, составленные по спектральной яркости разных каналов.

Для распознавания ледников, мы выбрали три канала:

канал 2 – 525–605 нм;

канал 4 – 760–900 нм;

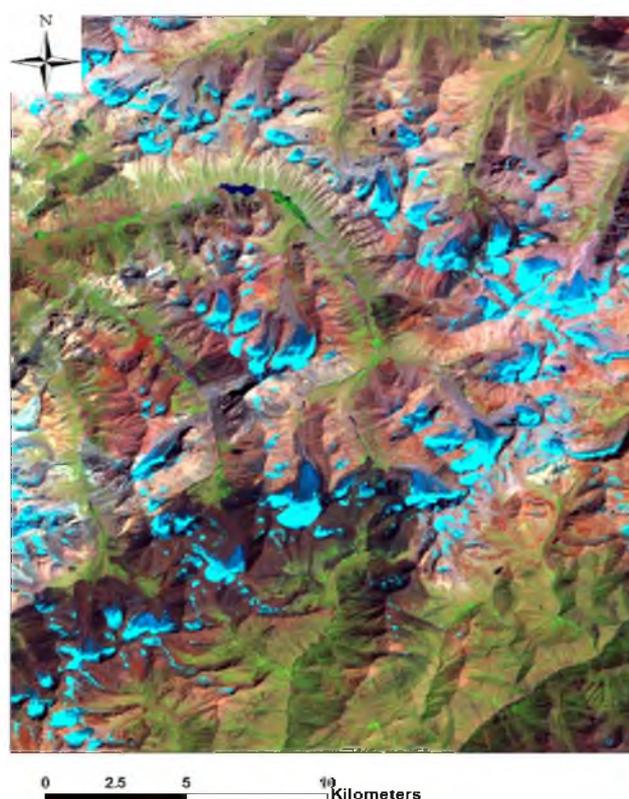
канал 7 – 2080–2350 нм.

Снег имеет высокую спектральную яркость во всех трех каналах, и пиксели, занятые снегом, будут иметь белый цвет. Лед имеет почти такую же спектральную подпись, что и снег, но несколько меньшую спектральную яркость в 7 канале (ближний инфракрасный канал). И поэтому пиксели, содержащие лед, голубоватого цвета. Растительность имеет большое значение спектральной яркости во 2 канале, еще большее значение в 7 канале и низкое в 4. И значит в зависимости от густоты растительности поверхности, покрытые растительностью, содержат оттенки от сиреневого до кирпично-оранжевого цвета. Зелено-серым, серым и серо-коричневыми цветами представлены открытые почвы и скалы.

Также для уточнения отдельных деталей на снимке использовался канал 8 – 520–900 нм с геометрическим разрешением 15 м. При составлении компьютерного изображения в псевдоцвете красному цвету ставились в соответствие данные канала 7, зеленому – канала 4 и синему – канала 2. Такая комбинация каналов дает изображение, близкое к естественному, но в то же время позволяет распознавать ледники в целом и, главное, распознавать области аккумуляции и абляции. Область аккумуляции ледников, покрытая фирном и сезонным снегом, представлена зелено-голубым цветом; область абляции, покрытая льдом, – голубовато-синим цветом. На рисунке 2 показан фрагмент компьютерного изображения в псевдоцвете.

Таким образом, основываясь на спектральных подписях объектов: фирн, сезонный снег и лед, в диапазоне электромагнитных волн каналов 7, 4, 2 было проведено дешифрирование ледников. На основе всех дешифровочных признаков горных ледников было создано векторное покрытие контуров ледников (дешифрирование проводилось в ручном режиме), независимо от их размера. Полученные GIS слои ледников представлены в виде полигональных слоев формата Shape.

Рисунок 2 – Компьютерное изображение бассейна р. Ойганг, представленное в псевдоцвете



Расчет основных морфометрических характеристик ледников проводился программным обеспечением ArcGIS.

**Результаты инвентаризации ледников.** По данным на 2010 г. в бассейнах рек Пскем, Шахмардан, Кашкадарья и Сурхандарья имеются 698 ледников суммарной площадью 187,87 км<sup>2</sup>. Из них 411 ледников суммарной площадью 99,69 км<sup>2</sup> расположены на территории Узбекистана.

Ледники во всех речных бассейнах имеют преимущественно северные экспозиции и представлены малыми формами.

**Изменение площади и количества ледников.** Авторы этой статьи в полной мере осознают, что сравнительный анализ данных разных лет инвентаризации ледников имеет некоторую погрешность в силу того, что все три инвентаризации проводились хоть и с соблюдением положений «Руководства по составлению каталога ледников СССР» [4], но основывались на разных как по геометрическому разрешению, так и по визуальному восприятию исходных материалах (панхроматические аналоговые аэрофотоснимки, спектрзональные аналоговые спутниковые снимки, цифровые спутниковые снимки). Также использовались различные картографические материалы для определения высотных отметок ледников. В силу этого некоторые изменения отдельных ледников носят случайный характер и обусловлены погрешностями при проведении инвентаризации. Но, несмотря на это, в целом по речному бассейну эти изменения неплохо характеризуют реакцию оледенения на изменение климата.

В таблице 1 приводятся данные по количеству ледников в бассейнах и их суммарной площади за разные годы инвентаризации.

Во всех исследованных речных бассейнах произошло сокращение площади оледенения с середины прошлого столетия по настоящее время.

При этом в бассейнах рек Пскем, Шахмардан и отчасти в бассейне реки Сурхандарья количество ледников в результате деградации оледенения продолжает увеличиваться. Сокращение числа ледников отмечается только в бассейне реки Кашкадарья. Это объясняется тем, что ледники в бассейнах рек Пскем, Шахмардан и Сурхандарья имеют более крупные размеры, чем ледники в бассейне реки Кашкадарья (таблица 2), и в этих бассейнах еще идет процесс деления ледников на более мелкие части.

Таблица 1 – Суммарная площадь и число ледников речных бассейнов в разные годы инвентаризации

Речной бассейн	Суммарная площадь ледников, км <sup>2</sup>			Число ледников		
	1957	1978	2010	1957	1978	2010
Пскем	119,80	106,13	102,52	211	260	262
Шахимардан	39,46	30,14	29,68	81	82	85
Кашкадарья	18,14	15,51	7,85	68	65	61
Сурхандарья	70,37	59,20	47,82	289	285	290
Итого	247,77	210,98	187,87	649	692	698

*Примечание.* Здесь и в таблицах 2–4: для дешифрирования ледников в бассейне реки Пскем использовался спутниковый снимок за 2011 г., в бассейне реки Шахимардан – за 2010 г., в бассейнах рек Кашкадарья и Сурхандарья – за 2008 г. Данные по бассейну реки Пскем за 1957 г. приводятся по «Каталогу ледников СССР».

Таблица 2 – Площадь среднего ледника в речных бассейнах в разные годы инвентаризации, км<sup>2</sup>

Речной бассейн	1957	1978	2010
Пскем	0,57	0,41	0,39
Шахимардан	0,49	0,37	0,35
Кашкадарья	0,27	0,24	0,13
Сурхандарья	0,24	0,21	0,16

Суммарное сокращение площади оледенения речных бассейнов за 1957–2010 гг. составило 59,90 км<sup>2</sup>, или 24,2% от первоначальной (1957 г.) площади.

Величины деградации оледенения по речным бассейнам составляют: для бассейна реки Пскем – 17,28 км<sup>2</sup>, для бассейна реки Шахимардан – 10,22 км<sup>2</sup>, для бассейна реки Кашкадарья – 10,29 км<sup>2</sup> и для бассейна реки Сурхандарья – 22,55 км<sup>2</sup>, или 14,4; 25,9; 56,7 и 32,0% от первоначальной площади соответственно. Таким образом, скорость сокращения оледенения в речных бассейнах, находящихся в разных климатических и орографических условиях, существенно отличается. При этом скорость изменения оледенения другая и по временным периодам. В таблице 3 приводятся данные скорости изменения оледенения за разные периоды времени.

Таблица 3 – Скорость изменения оледенения речных бассейнов за разные периоды времени, % в год

Речной бассейн	1957-1978	1978-2010
Пскем	0,59	0,10
Шахимардан	0,57	0,06
Кашкадарья	0,69	1,65
Сурхандарья	0,76	0,64

Ледниковые системы речных бассейнов стремятся прийти в равновесие с современными климатическими условиями с учетом имеющихся орографических условий. Малые размеры ледников в данных бассейнах обуславливают высокую скорость реакции ледников на изменение климата.

При сопоставлении величин изменения оледенения следует отметить, что в разных речных бассейнах процессы деградации оледенения отличаются как по скорости, так и по характеру. Например, в бассейне реки Шахимардан оледенение в настоящее время находится в почти стационарном состоянии, а бассейне Пскема – близко к стационарному.

Нам представляется, что такие разные величины суммарного изменения оледенения и разные скорости изменения оледенения связаны как с региональными особенностями изменения климата, так и неоднородными климатическо-орографическими условиями существования оледенения в каждом конкретном речном бассейне.

В целом для исследуемых речных бассейнов подтверждается закономерность, что сокращение площади оледенения значительнее в тех бассейнах, где оледенение представлено ледниками меньших размеров. Средняя скорость изменения оледенения в бассейнах рек Кашкадарья и

Сурхандарья за период 1978–2010 гг. больше, чем в бассейнах рек Пскем и Шахимардан. Но все же начальное условие состояния оледенения в бассейне, которое характеризуется площадью среднего ледника (см. таблицу 2), удовлетворяется только в самом первом приближении. Оно не объясняет различия в скорости изменения оледенения в разные временные периоды и для близко расположенных речных бассейнов. Так, площади средних ледников в бассейнах рек Кашкадарья и Сурхандарья примерно одинаковые для всех лет проведения инвентаризации, но скорости деградации различные (скорость деградации в бассейне Кашкадарья в 1978–2010 гг. значительно больше, чем в бассейне Сурхандарья) и, главное, существенно разный характер процесса деградации оледенения. Если в бассейне Сурхандарья скорость деградации оледенения примерно одинаковая для двух периодов (1957–1978 и 1978–2010 гг.) и составляет 0,76 и 0,64% в год соответственно, то в бассейне Кашкадарья скорость деградации увеличивается в конце XX – начале XXI века в два раза по сравнению с предыдущим периодом (1957–1978 гг.). Скорость деградации оледенения в 1957–1978 гг. составила 0,69% в год, в 1978–2010 гг. – 1,65% в год.

В бассейнах рек Кашкадарья и Сурхандарья весьма схожий режим накопления осадков. Оба бассейна расположены на открытых периферийных склонах Гиссарского хребта, все высотные зоны которых в равной степени доступны для влагонесущих воздушных масс. Максимальные градиенты осадков приурочены к нижним высотным зонам, в средних и верхних высотных зонах градиенты уменьшаются, но не становятся отрицательными.

Но ледники данных речных бассейнов имеют разный режим абляции, несмотря на то, что находятся на одной географической широте, и экспозиция склонов, на которых они расположены, в обоих бассейнах примерно одинаковая – от северо-западной до северо-восточной. Ледники этих бассейнов различаются высотным положением (см. таблицы 6, 7) концов языков и в большей степени вертикальным диапазоном оледенения.

Ранее А. С. Щетинниковым [1] были выполнены расчеты необходимой величины слоя удельной аккумуляции в фирновых областях ледников, при которых они бы могли сохранять стационарное состояние при современных (на 1978 г.) размерах. Расчеты показали, что величина слоя удельной аккумуляции в фирновых областях ледников бассейна Кашкадарья, необходимая для стационарного оледенения, равна 2550 мм/год, а для ледников в бассейне Сурхандарья – 1780 мм/год. Эти расчеты показывают, что ледникам бассейна Кашкадарья для нахождения в стационарном состоянии необходимо большее количество выпадающих атмосферных осадков в верхних высотных зонах, чем ледникам бассейна Сурхандарья. А значит и скорость, с которой идет сокращение оледенения, чтобы прийти в стационарное состояние в бассейне Кашкадарья, больше, чем в бассейне Сурхандарья.

Сравнение скорости изменения оледенения двух рядом расположенных речных бассейнов говорит о том, что обобщенные сравнения условий существования оледенения недостаточны, для того чтобы понять особенности режима оледенения в разных речных бассейнах. Весьма трудно делать прогнозы изменений оледенения на длительный период по большим горным системам, в которых оледенение отдельных бассейнов ведет себя не синхронно. Межбассейновые различия темпов изменения оледенения, представленного малыми формами, обуславливается не только особенностями регионального климата, но и различиями в морфологии ледников, а также орографическими особенностями речных бассейнов.

В бассейне реки Пскем отмечается переход от стадии деградации оледенения (1957–1978 гг.) к стадии стационарного оледенения (с конца прошлого столетия) – скорость деградации уменьшилась с 0,59 до 0,10% в год, т.е. почти в 6 раз.

Оледенение бассейна реки Шахимардан с конца прошлого столетия находится практически в стационарном состоянии. Ранее в работах [5, 6] было отмечено, что с 1980 г. скорость деградации оледенения северных склонов Алайского и Туркестанского хребтов существенно меньше, чем в предшествующий период. Анализ спутниковых снимков системы ледника Абрамова, а также данные, полученные путем реконструкции баланса массы самого ледника Абрамова с 2000 по 2010 г., показывают [7], что и сам ледник Абрамова, и небольшие ледники в его бассейне в целом находятся в стадии, близкой к стационарной. Значит в настоящее время ледники, расположенные в бассейне реки Шахимардан, а также ряда соседних речных бассейнов, находящихся на северных склонах Алайского хребта, пришли в некоторое временное равновесие с современными

климатическими условиями и имеющимися орографическими условиями. Этому способствует то, что северные склоны хребтов наиболее благоприятны для развития оледенения по условиям инсоляции, а в связи с этим и по степени сохранности снежного покрова по сравнению с южными склонами. Кроме того, они получают лавинное питание в течение почти всего года. Последнее относится также и к пскемским ледникам. В среднем для пскемских ледников лавинное и метелевое питание может составлять 100% по отношению к осадкам, выпадающим непосредственно в фирновой области ледников [8].

Расчеты необходимой величины слоя удельной аккумуляции в фирновых областях ледников бассейна Шахимардана [1], при которых они бы могли сохранять стационарное состояние при современных (на 1978 г.) размерах, показывают, что удельная аккумуляция составляет 1320 мм/год. И это значение весьма близко к величинам атмосферных осадков, выпадающих на высоте фирновых областей. По данным И. А. Ильина [9], на северных склонах Алайского хребта, в западной его части в средних высотных зонах выпадает 600–800 мм осадков, в верхних зонах их количество увеличивается до 1000–1200 мм. Таким образом, при существующих орографических и морфометрических характеристиках вмещающих ледники форм рельефа местности ледники бассейна Шахимардан (а возможно, и ледники бассейна рек Сох и Исфара) находятся в стадии, близкой к равновесию с климатом.

Такие же особенности и темпы деградации ледников характерны и для других районов Центральной Азии, в частности для Заилийского Алатау (Северный Тянь-Шань) [10, 11].

**Изменение длины ледников.** В таблице 4 представлены линейные размеры ледников (средняя длина и длина крупнейшего ледника) в речных бассейнах в разные годы инвентаризации.

Таблица 4 – Линейные размеры ледников (средняя длина и длина крупнейшего ледника) в речных бассейнах в разные годы инвентаризации, км

Речной бассейн	Средняя длина ледников			Длина крупнейшего ледника		
	1957	1978	2010	1957	1978	2010
Пскем	1,16	0,90	0,93	4,10	3,30	3,65
Кашкадарья	0,73	0,67	0,50	3,10	2,70	2,35
Сурхандарья	0,72	0,61	0,55	3,00	2,40	2,16

Изменение длины ледников позволяет считать, что и в начале XXI столетия происходит сокращение оледенения. Правда расчет длины ледников имеет большую субъективность, чем расчет площади ледников. Поэтому при анализе особенностей изменения длины ледников в тех или иных речных бассейнах следует относиться к полученным результатам с некоторой долей осторожности.

За период 1978–2010 гг. в результате большего по скорости сокращения площади ледников в бассейне Кашкадарья, чем у ледников бассейна Сурхандарья, ледники Кашкадарья стали иметь меньшие линейные размеры. В 2008 г. средняя длина ледников бассейна Кашкадарья составила 0,50 км, когда в бассейне Сурхандарья она была 0,55 км. Хотя в предыдущие годы (1957 и 1978) картина была обратная – ледники Кашкадарья имели чуть большие линейные размеры, чем ледники Сурхандарья. При этом в бассейне Кашкадарья все еще расположен крупнейший ледник западных периферийных склонов Гиссарского хребта. В 2008 г. длина крупнейшего ледника в бассейне Кашкадарья составила 2,35 км, а в бассейне Сурхандарья – 2,16 км.

В бассейне Пскема в условиях режима изменения оледенения, близкого к стационарному, длины ледников несколько увеличились к 2011 г. по сравнению с 1978 г. Возможно, что все же тут имеет место некоторый субъективизм при определении длин ледников.

Известно, что площадь ледников связана с их длиной степенной зависимостью:

$$F = a \cdot L^b,$$

где  $F$  – площадь ледника;  $L$  – длина ледника;  $a$  и  $b$  – параметры. Было интересно проверить, сохраняется ли такая зависимость в современных условиях, когда размеры ледников становятся все меньше.

Таблица 5 – Параметры зависимости площади ледников от их длины по состоянию оледенения на 2010 г.

Речной бассейн	Параметры		Коэффициент детерминации зависимости $R^2$
	$a$	$b$	
Пскем	0,33	1,45	0,81
Кашкадарья	0,25	1,38	0,85
Сурхандарья	0,30	1,50	0,84

Расчеты подтверждают степенной характер зависимости площади ледников от их длины. Коэффициенты детерминации зависимости очень высокие для всех речных бассейнов. Коэффициенты  $a$  и  $b$  (таблица 5) несколько отличаются от бассейна к бассейну, но в целом весьма близки по значениям между собой и весьма близки к значениям, полученным А. С. Щетинниковым [1] по спутниковым снимкам 1978 г. Мы так же, как и А. С. Щетинников, предполагаем, что такое небольшое различие параметров зависимости, вероятно, обусловлено локальными орографическими и морфологическими особенностями горных склонов и форм рельефа, вмещающих горные ледники.

Высокие значения коэффициентов детерминации зависимости площади ледников от их длины говорят о том, что в современных условиях по-прежнему сохраняется тесное взаимоотношение климатических факторов и орографических, морфометрических условий существования горных ледников.

**Изменение высотных отметок концов и вертикального диапазона оледенения.** В работе [12] было показано, что практически невозможно проводить сравнительный анализ высотных отметок ледников, полученных за разные годы проведения инвентаризации ледников. В разные годы инвентаризации авторы имели доступ к разным картографическим материалам (топографические карты разной картографической проекции и разного масштаба; спутниковые снимки разного геометрического и радиометрического разрешения, цифровые модели рельефа, полученные разными методами и имеющие разное разрешение как по плановым, так и по высотным характеристикам), применяли разную технику дешифрирования ледников. Все это вносит большие погрешности (картографические, картометрические, дешифрирования) в определение высотных отметок ледников. Эти погрешности часто сравнимы с величинами изменения положения высотных отметок ледников, а значит практически невозможно провести сравнительный анализ изменения высотных отметок ледников как для каждого в отдельности ледника, так и в целом по бассейну.

В таблице 6 приводятся значения экстремальных и средних отметок концов ледников в разных речных бассейнах за разные годы инвентаризации ледников.

Таблица 6 – Экстремальные и средние значения отметок концов ледников в речных бассейнах в разные годы инвентаризации, км

Речной бассейн	Экстремальные значения отметок концов ледников			Средние значения отметок концов ледников		
	1957	1978	2010	1957	1978	2010
Пскем	2,90	2,95	2,86	3,43	3,49	3,47
Кашкадарья	3,28	3,28	3,38	3,74	3,75	3,77
Сурхандарья	3,04	3,04	3,02	3,74	3,76	3,81

Нижняя граница ледников зависит не только от климатических факторов, но и от динамических свойств самих ледников, прежде всего от наличия пульсирующих ледников. Правда при современной инвентаризации ледников нами не было выявлено характерных признаков пульсации у ледников исследуемых речных бассейнов.

Хотя значения погрешностей определения высотных отметок сравнимы с величинами самих изменений высотных отметок концов ледников, но в условиях сокращения оледенения в бассейнах рек Кашкадарья и Сурхандарья этот процесс приводит к увеличению высотного положения концов

ледников. Но эти изменения высотных отметок ледников не велики и не отражаются на режиме абляции.

Также был проведен сравнительный анализ вертикального диапазона оледенения, рассчитываемый как разность между экстремальными отметками – высотами нижней и верхней точками ледников.

В таблице 7 приведены значения высотных интервалов.

Таблица 7 – Средние значения вертикального диапазона оледенения в речных бассейнах в разные годы инвентаризации, км

Речной бассейн	1957	1978	2010
Пскем	0,34	0,29	0,31
Кашкадарья	0,23	0,23	0,21
Сурхандарья	0,25	0,24	0,24

Так как верхняя граница ледников определяется в основном высотой гребней хребтов, то в условиях, когда не произошло существенного изменения высоты нижней границы ледников, вертикальный диапазон оледенения не претерпел существенных изменений.

В бассейнах рек Кашкадарья и Сурхандарья вертикальные диапазоны оледенения имеют практически равные значения.

Ледники в бассейне Пскема спускаются ниже, чем в бассейнах Кашкадарья и Сурхандарья. Также бассейн Пскема имеет большее значение вертикального диапазона оледенения, что объясняется в большей степени более северным расположением пскемских ледников по отношению к ледникам бассейнов Кашкадарья и Сурхандарья, а значит меньшим значением абляции ледников.

**Изменение водных ресурсов в ледниках.** Для расчета объема ледников была использована формула Ерасова, связывающая объем ледника с его площадью:

$$V = 0,02 \cdot 7F^{1,5},$$

В таблице 8 приведены объемы льда в ледниках речных бассейнов Пскема, Кашкадарья и Сурхандарья.

Таблица 8 – Объемы льда в ледниках речных бассейнов в разные годы инвентаризации, км<sup>3</sup>

Речной бассейн	1957	1978	2010
Пскем	3,469	2,875	2,625
Шахимардан	1,167	0,778	0,768
Кашкадарья	0,387	0,339	0,126
Сурхандарья	1,341	1,062	0,803
Итого	6,364	5,054	4,322

Суммарное сокращение объема льда в ледниках бассейнов Пскема, Шахимардана, Кашкадарья и Сурхандарья составило 2,024 км<sup>3</sup>, или 32,1% от первоначального объема.

Величины сокращения объемов льда в ледниках по речным бассейнам составляют: для бассейна реки Пскем – 0,844 км<sup>2</sup>, для бассейна реки Шахимардан – 0,399 км<sup>2</sup>, для бассейна реки Кашкадарья – 0,261 км<sup>2</sup> и для бассейна реки Сурхандарья – 0,538 км<sup>2</sup>, или 24,3; 34,2; 67,4 и 40,1% от первоначального объема соответственно.

В переводе на водный эквивалент (при плотности льда 0,85 г/см<sup>3</sup>) ледники потеряли за период 1957–2010 гг. 1,736 км<sup>3</sup> воды.

**Заключение.** Несмотря на то, что ледники бассейнов Пскема, Шахимардана, Кашкадарья, Сурхандарья продолжают сокращаться, в большинстве бассейнов (Пскем, Шахимардан и Сурхандарья) скорость деградации оледенения в период 1978–2010 гг. меньше, чем в период 1957–1978 гг. При этом ледники в бассейне Пскема и Шахимардана приходят в состояние, близкое к стационарному. Только в бассейне Кашкадарья отмечается ускорение темпов деградации оледенения.

Для существования ледников малых форм важную роль играют не только региональные климатические условия, но и механизмы обратной связи, выраженные через морфометрические характеристики ледников и орографические особенности нивально-гляциальных зон речных бассейнов. Это приводит к тому, что в речных бассейнах, представленных ледниками малых форм, характер изменения оледенения может быть равнозначным.

Для оценки современного состояния ледниковых систем и тенденций их изменения необходимо проведение дистанционного мониторинга как можно большего числа бассейнов, имеющих оледенение, не взирая на размеры ледников. Методики и содержание таких инвентаризаций должны быть как можно больше унифицированными. Также необходимы данные об изменениях баланса массы ледников, полученных как по прямым натурным измерениям, так и по данным дистанционного зондирования.

*Авторы выражают свою глубокую благодарность госпоже Haijing Wang (Hydrosolutions Ltd) и господину Tobias Siegfried (Hydrosolutions Ltd) за помощь в подборе пригодных для дешифрирования ледников спутниковых снимков Landsat.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Щетинников А.С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая. – Ташкент, 1998. – 219 с.
- [2] Щетинников А.С. Оледенение Гиссаро-Алая. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 118 с.
- [3] Щетинников А.С., Яковлев А.В. Состав и функциональные возможности банка данных “Ледники” на ПЭВМ // Тр. САНИГМИ. – 2000. – Вып. 153(234).
- [4] Руководство по составлению каталога ледников СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 154 с.
- [5] Батыров Р.С., Яковлев А.В. Мониторинг горных ледников некоторых районов Гиссаро-Алая с использованием космических снимков ASTER // Тр. САНИГМИ. – 2004. – Вып. 167(248). – С. 22-27.
- [6] Yakovlev A. Attempt of Abramov glacier annual mass balance computation with using of Landsat images and glacier change estimation from 1957 to 2000. Abstract of International Symposium on Changing Cryosphere, Water Availability and Sustainable Development in Central Asia. – Urumqi, China, October 8-10, 2011. – P. 5.
- [7] Yakovlev A. Some features of state of the Abramov glacier and other glaciers of its basin in the first decade of the XXI. Abstract of the International Conference on Eurasian Mountain's Cryosphere, 13-15 December. Almaty, 2012. – P. 26.
- [8] Щетинников А.С. Ледники бассейна реки Пскем. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 120 с.
- [9] Ильин И.А. Водные ресурсы Ферганской долины. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1959. – 247 с.
- [10] Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы, 2001. – 252 с.
- [11] Северский И.В., Вилесов Е.Н., Кокарев А.Л. и др. Ледниковые системы Балхаш-Алакольского бассейна: состояние, современные изменения // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2012. – Вып. 2. – С. 31-40.
- [12] Глазырин Г.Е., Яковлев А.В. Оценка ежегодного изменения площади оледенения речных бассейнов // Материалы гляциологических исследований. – 2009. – Вып. 107. – С. 67-71.

#### REFERENCES

- [1] Schetinnikov S.A. The morphology and regime of Pamir-Alai glaciers. Central Asia, Hydro-Meteorological Institute. Tashkent. 1998. 219 p. (in Russian).
- [2] Schetinnikov S.A. Glaciation of Hissar-Alai. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1981. 118 p. (in Russian).
- [3] Schetinnikov A.S., and Yakovlev A.V. Structure and functional capabilities of the data bank “Glaciers” for PC. Proc. of SANIGMI, edition 153 (234), 2000 (in Russian).
- [4] Guidebook on drawing up of the Catalogue of glaciers of the USSR. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1966. 154 p. (in Russian).
- [5] Batyrov R.S., Yakovlev A.V. Monitoring of glaciers in some areas Hissar-Alai using satellite images ASTER. Tr. SANIGMI. 2004. Vol. 167 (248). P. 22-27 (in Russian).
- [6] Yakovlev A. Attempt of Abramov glacier annual mass balance computation with using of Landsat images and glacier change estimation from 1957 to 2000. Abstract of International Symposium on Changing Cryosphere, Water Availability and Sustainable Development in Central Asia. Urumqi, China, October 8-10, 2011. P. 5.
- [7] Yakovlev A. Some features of state of the Abramov glacier and other glaciers of its basin in the first decade of the XXI. Abstract of the International Conference on Eurasian Mountain's Cryosphere, 13-15 December. Almaty, 2012. P. 26.
- [8] Schetinnikov A.S. Glaciers in the Pskem river basin. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1976. 120 p. (in Russian).

- [9] Пуйн I. A. Ferghana Valley Water resources. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1959. 247 p. (in Russian).  
[10] Vilesov E.N., Uvarov V.N. The evolution of modern glaciation of Zailiyskiy Alatau in XX century. Almaty, 2001. 252 p. (in Russian).  
[11] Severskiy I.V., Vilesov E.N., Kokarev A.L., et al. Glaciers systems of the Balkhash-Alakol basin: state, contemporary changes. Issue of Geography and Geoecology. 2012. N 2. P. 31-40 (in Russian).  
[12] Glazyrin G.E., Yakovlev A.V. Evaluation of annual changes of glaciated area in river basins. Data of glaciological studies. 2009. Vol. 107. P. 67-71.

## **XX ҒАСЫРДЫҢ ЕКІНШІ ЖАРТЫСЫНДА МЕН XXI ҒАСЫРДЫҢ БАСЫНДАҒЫ ЖАС МҰЗДЫҚТАРДЫҢ БАСЫМДЫЛЫҒЫНДАҒЫ ӨЗЕН БАССЕЙНДЕРІНІҢ МҰЗБАСУ ӨЗГЕРІСТЕРІ**

**Т. В. Кудышкин<sup>1</sup>, Ю. А. Тарасов<sup>2</sup>, А. В. Яковлев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ааға ғылыми қызметкер (Өзгидромет ГМҒЗИ, Ташкент, Өзбекстан)

<sup>2</sup>Жетекші инженер (Өзгидромет ГМҒЗИ, Ташкент, Өзбекстан)

<sup>3</sup>Бөлім бастығы (ӨЗМЖИ, Ташкент, Өзбекстан)

**Тірек сөздер:** мұздықтар, мұзбасу өзгерістері, ГАЖ, жерсерік түсірілімдерін өңдеу.

**Аннотация.** Шағын формасы бар мұздықтар Шахимардан, Кашкадария мен Сурхандария, Пскем өзен бассейндеріндегі қазіргі мұзбасу ахуалын инвентаризациялау нәтижесі ұсынылған. XX ғасырдың екінші жартысынан қазіргі кездегі өзен бассейндерінің мұзбасу өзгерістеріне талдау жасау. Жалпы ортада мұздықтар деградациясының зерттеу бассейндерінің барлығында бассейнен бассейнің әртүрлі мұзбасу қарқынының азайып кету маңызы.

## **CHANGES IN THE GLACIATION OF THE RIVER BASINS WITH A PREDOMINANCE OF SMALL GLACIERS IN THE SECOND PART OF XX CENTURY AND IN THE BEGINNING OF XXI CENTURY**

**T. V. Kudyshkin<sup>1</sup>, Yu. A. Tarasov<sup>2</sup>, A. V. Yakovlev<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Senior researcher (Scientific Research Hydrometeorological Institute, Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan)

<sup>2</sup>Leading engineer (Scientific Research Hydrometeorological Institute, Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan)

<sup>3</sup>Head of the department (UZGIP, Tashkent, Uzbekistan)

**Key words:** glaciers, change of a freezing, GIS, processing of satellite pictures.

**Abstract.** The results of the inventory of the current state of glaciation of Pskem, Shakhimardan, Kashkadariya and Surkhandariya with glaciers of small forms. The change of glaciers in the basins of the second half of the XX century to the present time. The general background of glacier degradation in all the studied basins, the rate of deglaciation is significantly different from basin to basin.

УДК 911.3

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГОРНЫХ ГИДОВ В ВЫСОКИХ ГОРАХ ПАМИРА И ТЯНЬ-ШАНЯ

В. В. Жданов

К.т.н., старший научный сотрудник лаборатории природных опасностей  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)  
E-mail: Zhdanovvitaliy@yandex.ru

**Ключевые слова:** горный гид, лавина, экстремальный туризм.

**Аннотация.** Статья-обзор посвящена работе горных гидов в горах Памира и Тянь-Шаня. Я хочу поделиться опытом работы гидом во время коммерческих восхождений в сезоне 2014 г. Обзор предназначен для различных специалистов и студентов в области туризма и рекреации. Рассмотрены проблемы и перспективы взаимодействия между горными гидами и специалистами по лавинам.

Страны Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) обладают большим потенциалом для развития экстремального туризма и альпинизма. Здесь расположены крупнейшие горные системы СНГ – Тянь-Шань и Памир. Восхождение на пять высочайших вершин бывшего СССР и выполнение норматива «Снежный барс» очень престижно среди альпинистов. В альпинизме восхождения на вершины выше 6000 м принято называть «высотными», или восхождением на «большие горы».

Горные системы расположены в приграничных районах, поэтому восхождения совершаются с базовых лагерей в различных государствах. Наиболее выгодное положение занимают Кыргызстан и Таджикистан. С их территориями совершаются восхождения на несколько вершин. Карта-схема приведена на рисунке 1.

Сезон для массовых восхождений на вершины выше 6000 м очень короткий. В Гималаях это межмусонный период с апреля по июнь. В Каракоруме, на Памире и Тянь-Шане летний период с июня по сентябрь. В это время сотни альпинистов и спортивных туристов со всего мира съезжаются в горные районы Центральной Азии.

Большую долю бюджета Кыргызстана и Таджикистана занимает въездной туризм. Многие фирмы занимаются сопровождением и организацией восхождений, туристических походов, сплавов по горным рекам и т.д. Крупнейшей фирмой в СНГ, занимающейся экстремальным туризмом, является фирма Ak-Sai travel из г. Бишкека [1]. Эта фирма много лет работает на рынке туризма и имеет базовые альпинистские лагеря для восхождений на семитысячники Кыргызстана. Общий вид альпинистского лагеря на леднике Ачик-Таш в районе пика Ленина показан на рисунке 2.

Основной задачей горных гидов является обеспечение безопасности для менее опытных участников восхождения. Также гиды обеспечивают работу всей инфраструктуры лагеря – установку промежуточных палаточных лагерей, доставку грузов, подготовку маршрута восхождения. Для этого горные гиды должны обладать очень высокой спортивной квалификацией и опытом восхождения на «большие горы».

Восхождения на вершины выше 6000 м всегда связаны с большими физическими трудностями и различными опасностями. Прежде всего, это опасности природного характера – лавины, ледниковые трещины, ледопады, сильный ветер и мороз, интенсивное солнечное излучение. Для успешного и безопасного восхождения требуются соответствующие физическая и техническая подготовка, оборудование и снаряжение.



Рисунок 1 – Карта-схема альпинистских базовых лагерей и вершин для восхождения на территории Кыргызстана



Рисунок 2 – Базовый лагерь «Ачик-Таш» под пиком Ленина

Во всем мире организация экспедиций в высоких горах требует больших финансовых затрат. Это, прежде всего, связано с логистическими трудностями и оформлением документов в закрытые пограничные районы. Доставка людей и грузов от обжитых районов до базовых лагерей осуществляется различными способами – гужевым транспортом, автомобилями повышенной проходимости или вертолетом (рисунок 3).



Рисунок 3 – Взлет вертолета в базовом лагере «Южный Иньльчек» на фоне пика Победы

Основа всех высотных экспедиций – грамотная акклиматизация, поэтому восхождение занимает продолжительное время – более 20 дней. Это связано с падением давления высоко в горах и опасностью гипоксии. Существуют разновидности восхождения с применением и без применения кислорода. Кислород используется на высотах более 8000 м. На Памире и Тянь-Шане кислород не применяют.

Ступенчатая акклиматизация с постепенным набором высоты и спуском для отдыха вниз получила название «гималайский стиль восхождения». Советская альпинистская школа предусматривала 1–3 акклиматизационных выхода с набором высоты 600–1000 м в сутки и обязательным отдыхом в базовом лагере. Существует и европейский тип акклиматизации с постепенным набором высоты и отдыхом в промежуточных лагерях без спуска в базовый лагерь.

Подобные восхождения связаны с наличием природных опасностей. Для обеспечения безопасности опытный гид или инструктор обязан хорошо знать местные условия. Это особенности рельефа, погоды, лавинной опасности и ледопадов. Опасный участок пути при восхождении на Хан-Тенгри с юга, называемый «бутылочное горлышко», показан на рисунке 4.

За всю историю восхождений на высокие горы Памира и Тянь-Шаня было много трагических случаев [2, 3]. Лавинная катастрофа, произошедшая на пике Ленина 13 июля 1990 г., считается крупнейшей в мировом альпинизме. Тогда лавиной засыпало промежуточный лагерь № 2 на высоте 5300 м, погибли 44 человека. После этого случая лагерь был перенесен на неудобное, но безопасное место и трагедии больше не повторялись. А 5 августа 2005 г. при восхождении на Хан-Тенгри в районе «бутылочного горлышка» в лавине погибли 11 человек, еще 4 пострадали.



Рисунок 4 – Лавиноопасный участок пути при восхождении на пик Хан-Тенгри

Падение снежно-ледового карниза спровоцировало сход лавины в нетипичное для этого ночное время. Всего за историю восхождений на Хан-Тенгри с 1931 г. здесь погибло более 30 человек.

Время возможных сходов лавин и ледопадов в ледниковых районах невозможно прогнозировать. Лавины в ледниковых районах не являются классическими снежными лавинами, описанными в справочниках. Они часто бывают спровоцированы падением снежных карнизов, ледопадами и камнепадами. Тело лавины обладает огромной плотностью и разрушительной силой из-за включения льда и камней.

Существуют только некоторые правила поведения и прохождения опасных участков. Опасность резко возрастает после снегопадов и в дневные часы при солнечной погоде. Поэтому в высотном альпинизме существует общее правило прохождения лавиноопасных склонов и ледопадов только ночью в морозную погоду, выждав время после снегопада.

Важной частью экстремального туризма является обучение и сертификация профессиональных горных гидов. В странах с развитой структурой туризма уже давно действуют школы и ассоциации горных гидов, а профессия является престижной и высокооплачиваемой. Туристические фирмы Кыргызстана в последние годы сделали много для применения мирового опыта. Там с 2008 г. работает школа горных гидов Международной федерации ассоциаций горных гидов (UIAGM-IFMGA), с 2010 г. страна является кандидатом в члены Международного общества гидов и подала заявку на внесение профессии в официальный реестр. Благодаря спонсору из Европы в Кыргызстан приезжают опытные преподаватели UIAGM-IFMGA. После прохождения курсов обучения, сдачи экзаменов и стажировки курсант школы получает сертификат европейского образца [4].

В школе горных гидов обязательно изучают правила оказания первой медицинской помощи, методы оценки лавинной опасности и основы проведения спасательных работ в горах. Это необходимо для повышения квалификации специалистов в области экстремального туризма.

А высокая квалификация позволит обеспечивать безопасность коммерческих альпинистов и туристов со всего мира.

Сотрудники Института географии регулярно проводят курсы лавинной безопасности для альпинистов и лыжников в Казахстане. На сайте открыта страница «Школа лавинной безопасности» [5]. Повышение образованности спортсменов-экстремалов направлено на профилактику несчастных случаев. Для дальнейшего развития экстремального туризма в Казахстане необходимо применение опыта соседей из Кыргызстана. Школа лавинной безопасности должна стать важной частью школы подготовки горных гидов. Для предотвращения несчастных случаев требуется взаимодействие между клубами любителей экстремальных видов спорта, снеголавинной и спасательной службами Казахстана.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] URL:<http://ak-sai.com>
- [2] URL:<http://kantengri.kz>
- [3] URL:<http://risk.ru>
- [4] URL:<http://mguide.in.kg>
- [5] URL:<http://ingeo.kz/index.php/ru/glavnaya/shkola-lavinnoj-bezopasnosti>

#### REFERENCES

- [1] URL:<http://ak-sai.com>
- [2] URL:<http://kantengri.kz>
- [3] URL:<http://risk.ru>
- [4] URL:<http://mguide.in.kg>
- [5] URL:<http://ingeo.kz/index.php/ru/glavnaya/shkola-lavinnoj-bezopasnosti>

### БИІК ТЯНЬ-ШАНЬ ЖӘНЕ ПАМИР ТАУЛАРДАҒЫ ГИДТЕРДІҢ ЖҰМЫС ӨЗГЕШЕЛІКТЕРІ

**В. В. Жданов**

Табиғи қауіптер зертханасының жоғарғы ғылыми қызметкері, т.ғ.к  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

**Тірек сөздер:** қар көшкіні, тау гиды, экстремалды туризм.

**Аннотация.** Мақала – Тянь-Шань және Памир тауларындағы гидтердің жұмысына арналған. Мен 2014 жылы гид болып жұмыс істеген кезімдегі жұмыс тәжірибеммен бөліскім келеді. Бұл әр түрлі мамандар мен студенттерге арналған туризм және рекреация аумағына шолу болып табылады. Мұнда тау гидтары мен қар көшкінін зерттейтін мамандардың арасындағы мәселелер мен олардың болашағы қаралған.

### FEATURES OF WORK OF MOUNTAIN GUIDES IN HIGH MOUNTAINS PAMIR AND TIEN-SHAN

**V. V. Zhdanov**

PhD, Senior researcher of Laboratory of natural hazards  
(Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

**Key words:** avalanche, mountain guide, extreme tourism.

**Abstract.** The survey article, is devoted to work of mountain guides in Mountains Pamir and Tien-Shan. I want to share experience as the guide during commercial ascensions in a season of 2014. The review is intended to various experts and students in the field of tourism and a recreation. Problems and prospects of interaction between mountain guides and specialists in avalanches are considered.

UDC 332.122(1-21)

## SOCIO-ECONOMIC MAPPING

A. U. Makanova

C.G.S., Senior Staff Scientist of the Laboratory of Landscape Science and Nature Management Problems  
(Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

**Key words:** socio-economic maps, cartographic method, statistical method, industry, agriculture, transport.

**Annotation.** Strategic goals and objectives of environmental safety and rise of level of welfare of the population include: assessment of the level of viability of the population, the introduction of a unified system of monitoring of the state of the environment, a special (socio-economic and environmental) mapping. Significance of the socio-economic maps in contemporary social life is great, above all, they are an important link in the process of scientific research in economic and social geography.

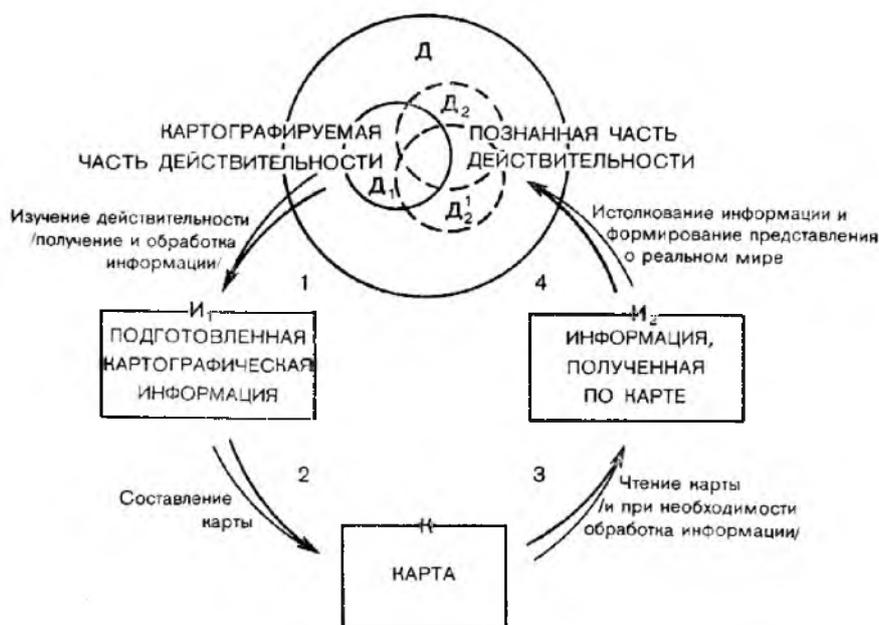
**Introduction.** Social-economic maps of the Republic of Kazakhstan are widely used in solving a number of practical problems related to the territorial organization of the national economy, sustainable management of natural resources and environmental protection. Cartographic models make it possible to analyze and evaluate the dynamics of economic and social development, to assess the relationship between production with raw material base and consumers. Mapping of the social sphere reflects the current state of the system of education, health care, cultural and educational institutions, trade and service sectors. In general, socio-economic mapping plays an important role in the planning of national-economic complex of Kazakhstan.

**Problem statement.** Transition of the Republic of Kazakhstan to sustainable development is associated with the need to optimize the structure of the economy, which requires the creation of maps that reflect the socio-economic development of regions and the country in general. Depending on the nature of the problems stated and tasks solved, social and economic maps of various subject areas are created. Social maps cover the systems of education, health care, cultural and educational institutions, trade and sphere of services. Economic maps cover national economy as a whole or its individual branches and industries.

**Methodology of researches.** When conducting socio-economic study of the regions of Kazakhstan, we used the following methods: statistical, cartographic, method of mathematical and cartographic modeling and others. GIS technology is one of the main tools of cartographic modeling of social and economic phenomena and processes, they allow to visualize the attributive data and give a possibility to carry out a comprehensive analysis of the study territory, to produce spatial modeling. When conducting socio-economic research, we primarily use the method of mathematical and cartographic modeling. The creation of typological estimation maps is based on multidimensional mathematical and statistical analysis. Assessment and typology of the territory with the presentation of the obtained results on a map are not only methods, but also the most important goals of many geographical studies. They allow to perform various multivariate classifications, to create real and abstract surfaces, to use methods of interpolation and extrapolation of similar in terms of quality characteristics and different-quality data in the creation of models of socio-economic processes and phenomena [1, 2].

**Research results.** The experience in the creation of socio-economic maps of the Republic of Kazakhstan shows that the implementation of socio-economic mapping is associated with the availability of reliable data, features of their analysis, cartographic ways of expressing the subject matter, and most importantly - with the development of methods of mapping of socio-economic conditions and relationship.

Cartographic method of research has become an essential principle of the socio-economic study of Kazakhstan, which includes the creation of estimation maps, it is the main method with the help of which a view on the state of the regional economy of the country is formed. This method is diversely and effectively used in theoretical study, practical development of environmental management issues, environmental protection, planning and management of economic development, the assessment of integrated development of the regions of the country. The scheme of cartographic method used by us is presented in Figure 1.



Rus.	Eng.
Картографируемая часть действительности	Mapped part of the reality
Д, Д <sub>1</sub> , Д <sub>2</sub>	R, R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub>
Познанная часть действительности	Cognized part of the reality
Изучение действительности /получение и обработка информации/	Study of the reality /obtaining and processing of the information/
Истолкование информации и формирование представления о реальном мире	Interpretation of the information and the formation of the idea of the real world
И <sub>1</sub> , И <sub>2</sub>	I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub>
Подготовленная картографическая информация	The prepared cartographic information
Информация, полученная по карте	The information obtained with the help of the map
Составление карты	Creation of the map
КАРТА	MAP
Чтение карты /и при необходимости обработка информации/	Reading of the map /and processing of the information, if necessary/

Figure 1 – The diagram of cartographic method of understanding reality

Four stages of mapping are distinguished in the diagram:

1) obtaining of the information  $I_1$ , i.e. the information about the surrounding territory as a result of observing of some part of the reality  $R_1$  - its phenomena and processes; 2) processing of the information  $I_1$  and creating of the map (M) – spatial imagery-symbolic model of the studied part of the reality; 3) study (reading) of the map (M) to extract the information  $I_2$  on the displayed on the map phenomena from it, with an additional processing of the received with the help of the map data, if necessary; 4) mental

formation of the image  $R_2$  about the modeled on the map reality in the mind of the researcher on the basis of the contained in the map information and the previously accumulated knowledge and experience by the researcher. The 3rd and 4th stages form actually the cartographic method of the research. It is very important that not only the cutoff of the excessive information happens on the 2nd and 3rd stages, but also obtaining of a new one as a result of the processing of the data -  $I_1$  used and the map itself. The 4th stage gives an understanding of the location, condition, relationships and dynamics of the shown phenomena, their new image, analysis and interpretation of which with the use of inductive and deductive conclusions lead to the expansion and enrichment of knowledge about the studied reality. The possibility of obtaining new knowledge by the maps is the basis of the use of the maps as a mean of scientific research, particularly in developing forecasts, recommendations, etc. [3].

Cartographic method of research has clearly defined range of tasks, system of specific and interrelated techniques of analysis and conversion of cartographic representation. Contemporary cartographic method of research has the following groups of techniques that are used in the course of the implementation of this study:

1. *Visual analysis* – the most commonly used technique of research by maps is based on the existence of maps as imagery-symbolic models that reproduce three-dimensional forms, relationships and structure in visual form. Even a cursory glance at the map creates a visual image of the space of the represented phenomena in the presence of the experience, for example, to compare the values of the displayed objects (the ratio of industrial items on the gross output value); to establish the patterns of distribution (industrial and agricultural enterprises), similar nature of the phenomena (land use) to clarify the nature of spatial structures (big cities).

2. *Descriptive method* of qualitative characteristics of the phenomena depicted on the map, allowing to arbitrarily get a general idea of the object under study. Starting the description, it is necessary, first of all, to assess the quality of the map itself or of series of maps, to get an idea of their present state, the details, the principles of drawing, nature of distortions caused by cartographic projection. It is necessary to explore the legend, focusing on the principles of classification of the phenomena depicted and to the ways of imaging. Describing a certain phenomenon or a territory, it is very important to comply with the order from general to particular, i.e. to give, firstly, the characterization of the main defining features, and then to make a detailed analysis of individual features.

3. *Graphical techniques of the analysis of maps* including the creation of various types of profiles, sections, graphs, diagrams and block-diagrams by maps. The main purpose of this group of techniques is to give a visual two- or three-dimensional image of the phenomena studied. The main achievement of the profiles is their visibility. Charts are compiled mostly to establish the relationship between phenomena. Drawing of graphs showing the dynamics of the phenomena and processes are referred to in the study of multi-temporal maps.

4. *Techniques of mathematical analysis* aimed at creating spatial mathematical models by the data taken from the maps. The fundamental possibility of using this group of techniques lies in the fact that many of the phenomena and processes depicted on maps either connected by functional dependencies between them, or may be presented as functions of space and time. These dependencies are extremely diverse, complex and not always sufficiently studied; nevertheless, it is often possible to simplify them, abstracting from the complicating features and unimportant connections, to identify the main patterns.

5. *Techniques of mathematical statistics* used for the study of spatial and temporal statistical aggregates of objects or phenomena that have massive or continuous distribution, as well as formed by them statistical surfaces.

6. *Techniques of the theory of information* are used to assess the degree of homogeneity of the phenomena shown in the map and to determine the degree of mutual correspondence between the various phenomena having only qualitative characteristics on the maps [3,4].

Groups of techniques are used not separately but in combination with each other, the descriptions are supplemented by cartometric measurements or statistical calculations. Cartographic method of research has adopted only those techniques which are suitable for the study of three-dimensional imagery-symbolic cartographic model. In the applied researches, techniques of each of the listed groups are used to study both an individual map and a series of maps. In the preparation of economic maps a method of icons is used to reflect on them the industrial facilities, a unified coloring is used for the imaging of the

characteristics of certain industries. In mapping the branches of the industry (the current state and development trends), the following indicators are used:

- the share of the branch of the industry in the nationwide total production (%);
- the volume of production (in physical and monetary terms);
- the average production volumes for five years (in physical and monetary terms);
- availability of industrial items (their specialty), etc. [3-5].

When mapping the industry in general economic map, the important thing is to display its role in the overall national economic complex of the country, the territorial organization and results of the work of the industry, the level of its specialization, the nature of industrial relations, source of raw materials, sources of labor supply, energy supply, and so on. Assessment of the development of industrial enterprises on a map is displayed by the type of production. Depending on the scale of the created economic map, the industry is displayed with different details. In the development of general economic card, its type, primarily, its targeted purpose is considered, supposed content of it, areas of its use, including as a map in the series or a separate map, are taken into account [4-6].



Figure 2 – Map of the economy of Almaty region

Economic maps are characterized by their great variety of subject areas. The following major groups of general economic maps on the subject area are distinguished:

- maps that characterize the volume and structure of the country's economy (the economic district);
- maps that characterize the volume and structure of the entire production by indirect indicators (according to data on labor and energy costs);

- maps that characterize the main prerequisites for economic development in their mutual connection including maps of the infrastructure that characterize the provision of the territory and the population with the various service industries;

- maps of the level of economic development as a whole;
- maps of the territorial structure of the economy;
- maps with integral characteristics of countries and economic areas.

A statistical method of research – the organization of the collection of the original economic information, its processing and generalization with the use of specific methods and presentation for use in an accessible form have a great importance for the socio-economic mapping. Statistical materials represent accounting data for various sectors of the national economy for the certain calendar periods (year, quarter, month) in the set accounting units. The main economic-statistical materials are the data of government statistics.

As a result of the use of methodical and methodological developments in mapping the socio-economic development of the regions described above, we compiled a map of the economy of Almaty region on the scale of 1:2 500 000 (Figure 2). This map is an integrated model that combines the principles of analytic and synthetic maps. The industrial centers are displayed by icons on the map (analytically), and the zones of specialization of agriculture are highlighted by a background (synthetically), the quantitative evaluation of the gross output of the agricultural production in the context of administrative districts is shown by a method of qualitative background. Human settlements in the form of punches according to the type of economic activity are reflected by the method of imposing on the background, and the sizes of the punch were ranked in terms of population size of the administrative unit. Talking about the features of the economy as an object of mapping, first of all, it should be noted that it is characterized by the complexity of the technology and organization. Characterizing the features of the economy of the region as the object of mapping, it should be noted that the implementation of the functions of the basic unit of the mapped territory by the human settlements is typical for the entire section of general economic maps [4-6].

The socio-economic development of the administrative districts of Almaty region is influenced by the territorial disproportions in the placement of productive forces. The industrial sector of economy is formed of the existing small, medium and large industrial enterprises located within the boundaries of administrative districts of the region. according to the results of the evaluation of the development of industrial enterprises (by producers), industrial enterprises were classified and functional types of human settlements were determined by the types of economic activity. The concentration of industrial production on this cartographic model is determined by the localization of the enterprises in human settlements.

The dominant position in agriculture of Almaty region is occupied by a crop production, the share of which in 2013 was 51,3% of the total agricultural production. The share of livestock in total agricultural output was 48,7%. The main areas of crop production in the region are the productions of following: grain, sugar beets, potato. Meat-and-fat and meat-and-wool sheep breeding, dairy-and-meat cattle breeding are developed in the region. The region occupies a leading position in the country for the production of meat, milk, wool and eggs. New economic conditions, the emergence and development of various forms of economic management determined the formation of new elements of the territorial organization of the production in the region. This process significantly affected in particular the formation of new areas of raw materials of the enterprises processing agricultural raw materials. The map of the "Economics of Almaty region" clearly reflects the dominant role of agriculture over industrial production [8].

The mining industry of Almaty region was formed on the basis of lead and zinc deposits. Prospects for the development of lead-zinc industry forecast are based on the presence of the forecasted lead and zinc resources within Uygur region. Iron ore and concentrates of non-ferrous and other metals are mined in c. Tekeli. The mineral resource industry in the study region is represented also by enterprises engaged in production of common minerals of sand, gravel, limestone, granite, building stone in Ile, Zhambyl, Karasai, Kerbulak and Koksou districts and in the cities of Kapshagai, Taldykorgan and Tekeli. Sand is mined in Ile and Talgar districts, granite is produced in Zhambyl district, building stone - in c. Tekeli, limestone - in Yeskeldy district.

Enterprises of the processing industry operate throughout the entire territory of the region. The region has great potential for development of the construction industry. The enterprises for production of building bricks, window and door frames, pipes made of polymers of vinyl chloride, cellular concrete blocks are

concentrated in Karasai and Talgar districts. An asphaltic-concrete plant operates in Talgar district, which provides road construction with raw material. Enterprises for the production of ready mixed concrete, bricks, tiles and other products from burnt gault are concentrated in Enbekshikazakh district. Pipes of polymers of ethylene and facing tiles of granite, products of processed stone, ceramsite concrete are produced on the territory of Zhambyl region. Center for the production of building materials of brick, tile, concrete structures and high-technology plaster products for construction industry was formed in c. Kapshagai. Pylons for overhead transmission lines and heat-insulating materials (basalt-based), curbs, concrete rings, paint and varnish products are made in Taldykorgan. Enterprises for the production of rubber and plastic products are placed in Ile, Karasai, Talgar districts. Enterprises in Karasai districts are the center for the production of detergents, perfumes, shampoos, hair lacquers. General mechanical rubber goods are produced in Enbekshikazakh district, plastic products are made in Ile district. Polyethylene pipes are produced in Karasai district. Enterprises of textile and tailoring industries are concentrated in all administrative districts of the region [7,8].

At the present stage it is important to study intra-regional differences in raw material zones and to identify the area of influence of the processing enterprises. Exactly here, in the modeling of a situation, its cartographic study, the need for a close relationship between a cartographer and a consumer of the maps, are required. The map of the economy of Almaty region reflects the dominant position of the processing industry with the prevalence of an agro-industrial orientation [7-8]. It should be noted that the preparation of socio-economic maps is primarily based on its purpose, its practical application is taken into account. The map of the "Economy of Almaty region" on the scale of 1: 2 500,000 created by us reflects the location and economic status of the sectors of the economy, shows the effectiveness of the use of natural resources, allows to forecast and manage the socio-economic processes in the region.

#### REFERENCES

- [1] The concept of transition to sustainable development of the Republic of Kazakhstan for 2007–2024.
- [2] Muzhenikova O.I., Ivliyeva N.G., Primachenko E.I. et al. The use of mathematical and cartographic modeling for socio-geographical research. Geo-situational analysis. Kazan: Meddok, 2007. P. 211-214.
- [3] Salishchev K.A. Cartographic method of research. Essence of the problem. The main functions of geographic maps. The concept of cartographic method of research. M., 1990. 186 p.
- [4] Yevteyev O.A. Design and preparation of socio-economic maps. M.: Publishing house of the MSU, 1999. 159 p.
- [5] Berlyant A.M. Cartographic method of research. M., 1978. 156 p.
- [6] Buchholz O. E. Socio-economic cartography. M.: Publishing house of the MSU, 1975. 215 p.
- [7] The National Atlas of the Republic of Kazakhstan. Volume II. Socio-economic development. Almaty, 2006. 127 p.
- [8] Regional Statistical Yearbook of Almaty region for 2011. The Department of Statistics of Almaty region. Taldykorgan, 2010. 116 p.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Концепция перехода к устойчивому развитию Республики Казахстан на 2007–2024 годы.
- [2] Муженикова О.И., Ивлиева Н.Г., Примаченко Е.И. и др. Применение математико-картографического моделирования для социально-географических исследований // Геоситуационный анализ. – Казань: Меддок, 2007. – С. 211-214.
- [3] Салищев К.А. Картографический метод исследования. Существо проблемы. Основные функции географических карт. Понятие о картографическом методе исследования. – М., 1990. – 186 с.
- [4] Евтеев О.А. Проектирование и составление социально-экономических карт. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 159 с.
- [5] Берлянт А.М. Картографический метод исследования. – М., 1978. – 156 с.
- [6] Бухгольц О.Э. Социально-экономическая картография. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 215 с.
- [7] Национальный атлас Республики Казахстан. Т. II. Социально-экономическое развитие. – Алматы, 2006. – 127 с.
- [8] Региональный статистический ежегодник Алматинской области на 2011 г. Департамент статистики по Алматинской области. – Талдыкорган, 2010. – 116 с.

## ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ КАРТОГРАФИЯЛАУ

**А. У. Мақанова**

Г.ғ.к. Аға ғылыми қызметкері  
(География институты, Алматы, Қазақстан)

**Тірек сөздер:** әлеуметтік-экономикалық карталар, картографиялық әдіс, статистикалық әдіс, өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы, көлік.

**Аннотация.** Әлеуметтік-экономикалық карталардың рөлі өндіріс объектілерін орналастыру кезінде, көлік, халық, ауыл шаруашылығын, олардың рөлін елдің халық шаруашылығында анықтауда жоғары. Карталар аудан немесе елдің экономикасын талдауға, өндіріс пен шикізат базасы және тұтынушылар арақатынасын бағалауға мүмкіндік береді. Әлеуметтік-экономикалық карталарды жасау тәжірибесі экономикалық картографиялауды жүзеге асыру айқын мәліметтердің болуымен, олардың талдау ерекшеліктері, тақырыпты картографиялық амалдар арқылы жеткізілуімен байланысты екенін көрсетеді.

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

**А. У. Мақанова**

К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории  
ландшафтоведения и проблем рационального природопользования  
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

**Ключевые слова:** социально-экономические карты, картографический метод, статистический метод, промышленность, сельское хозяйство, транспорт.

**Аннотация.** Стратегические цели и задачи экологической безопасности и повышение уровня благосостояния населения страны включают оценку уровня жизнеспособности населения, введение единой системы мониторинга за состоянием окружающей среды, специальное (социально-экономическое и экологическое) картографирование. Значение социально-экономических карт в современной общественной жизни весьма велико, прежде всего, они являются важным звеном в процессе научного исследования в экономической и социальной географии.

### **Международная научно-практическая конференция «Влияние изменения климата на состояние ледников и водных ресурсов» (10–13 сентября 2014 г., с. Чок-Тал, Кыргызстан)**

С 10 по 13 сентября в отеле «Роял-Бич», с. Чок-Тал Иссык-Кульской области Кыргызстана проходила международная научно-практическая конференция «Влияние изменения климата на состояние ледников и водные ресурсы», приуроченная к проведению 26-й сессии Межгосударственного совета по гидрометеорологии стран СНГ.

Целью конференции являлось привлечение внимания и ресурсов международных институтов и экспертного сообщества к поиску адекватных решений для снижения рисков, вызываемых изменением климата, в частности для изучения динамики ледникового и снежного покрова, многолетней мерзлоты, изменений объема и режима водных ресурсов, обеспечения раннего предупреждения об опасных и стихийных гидрологических явлениях.

Первым со вступительным словом обратился З. С. Итибаев – директор Кыргызгидромета при МЧС КР. В Кыргызстане имеется более 3500 рек. Большая часть их уходит в государства Центральной Азии. Из общей площади республики ледниками и снежниками занято 4,1% территории. В Кыргызстане насчитывается около 8208 ледников, имеющих общую площадь оледенения 8076,9 км<sup>2</sup>. В настоящее время наблюдается активное таяние ледников, и по экспертным оценкам площадь оледенения снизилась на 20%. Горные ледники Тянь-Шаня являются основным источником воды для Кыргызстана, Казахстана, Узбекистана, Туркменистана и Северо-Восточного Китая.

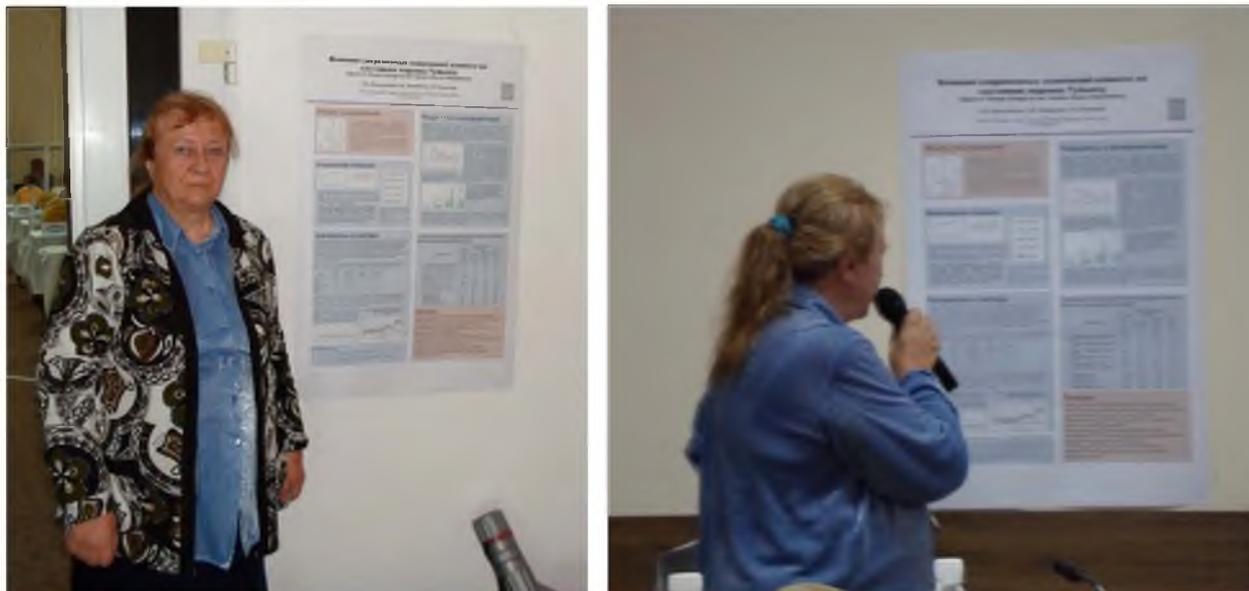
Ученых многих стран объединяет одна цель – понять, как протекают процессы, обуславливающие изменения климата и влияющие на водный баланс. Конференция позволила объединить знания ученых, изучить новые методы и подходы в решении проблемы водных ресурсов, скоординировать усилия в этом направлении.

Академик НАН КР В. И. Нифадьев сказал, что ключевое значение в разработке механизма адаптации к условиям изменения климата, как в зоне формирования, так и в зоне рассеивания водных ресурсов, является объединение научно-технического потенциала для: 1) создания функциональной системы оценки современного состояния оледенения центрально-азиатских государств и его водных ресурсов; 2) достижения стабильного эколого-экономического развития, направленного на повышение безопасности жизнедеятельности и качества жизни.

**Ледники – источник влаги, здоровья, энергии и стабильности в Центрально-Азиатском регионе.**

В секции 1 «Оценка водных ресурсов в условиях изменения климата» подробно обсуждались проблемы опасных гидрологических явлений, включая методы анализа, расчета и прогнозирования, смягчения негативных последствий. Представлена модернизация мониторинга состава атмосферы в Центральной Азии (Финский метеорологический институт). Обсуждено влияние изменений климата на водные ресурсы Кыргызстана, Казахстана, Узбекистана, Афганистана, Таджикистана, Индии.

В секции 2 «Современные проблемы гляциологического мониторинга» рассмотрены влияние изменения климата на оледенение и прорывоопасность озер в Кыргызстане, на состояние ледников и речного стока Таджикистана, на разрушение склоновых и русловых процессов в ледниковой зоне Северного Кавказа, на состояние репрезентативного ледника Туйыксу, базового ледника Чхота Шигри в Западных Гималаях Индии, на изменение талых вод горных рек в Узбекистане. Охарактеризовано современное состояние мониторинга ледников в России.



Стендовый доклад «Влияние современных изменений климата на состояние ледника Туйыксу»  
(Л. А. Ерисковская, Н. В. Пиманкина, Н. К. Кононова)

Представленный стендовый доклад Института географии «Влияние современных изменений климата на состояние ледника Туйыксу» Л. А. Ерисковской, Н. В. Пиманкиной, Н. К. Кононовой в секции 2 привлек внимание участников конференции, и председатель счел необходимым дать возможность Л. А. Ерисковской выступить с устным сообщением по представленной тематике и ответить на интересующие вопросы.

На заключительном заседании конференции были отмечены актуальность и высокий уровень выполненных работ.

## Юбилейные даты

---

### ГАЛИНА ВИКТОРОВНА ГЕЛЬДЫЕВА

*(К 75-летию со дня рождения)*

29 октября 2014 г. исполнилось 75 лет одному из старейших и ведущих специалистов в области ландшафтоведения Республики Казахстан, доктору географических наук, профессору, главному научному сотруднику лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования Института географии МОН РК Галине Викторовне Гельдыевой.

Галина Викторовна Гельдыева, крупный ученый географической науки Казахстана, родилась 1939 г. в городе Караганде в семье горного инженера. После окончания геолого-географического факультета Ростовского-на-Дону государственного университета в 1961 г. была направлена как молодой специалист на работу в Сектор географии Академии наук Казахской ССР.

Заниматься ландшафтными исследованиями Г. В. Гельдыева начала с 1962 г., когда в Секторе географии Академии наук Казахской ССР была организована первая тематическая ландшафтная группа, возглавляемая известным ученым, доктором географических наук, профессором Виктором Михайловичем Чупахиным.

Работая в Институте географии, Г. В. Гельдыева прошла все ступени научного роста: от старшего лаборанта до заведующей лабораторией ландшафтоведения и проблем природопользования. В 1969 г. она защитила кандидатскую диссертацию по специальности «физическая география, геохимия и геофизика ландшафтов» на тему «Ландшафты бассейна озера Карасор и их геохимические особенности», выполненную под руководством известного ученого, профессора Марии Альфредовны Глазовской.

В 1989 г. Г. В. Гельдыева на Ученом совете при Ленинградском государственном университете по специальности «охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» защитила докторскую диссертацию «Степные и пустынные ландшафты Казахстана (статистика, тенденции развития в условиях современного землепользования)».

Основным направлением ее научной деятельности стали исследования по широкому кругу проблем физической географии: ландшафтоведению, геоэкологии, ландшафтно-экологическому картографированию, прикладным и целевым аспектам природопользования.

С 1972 по 2011 г. Г. В. Гельдыева осуществляла научное руководство всесоюзными, международными, а также республиканскими программами, проектами и темами по фундаментальным исследованиям в области физической географии, геоэкологии, а также ландшафтно-экологического картографирования. Большое внимание в ходе научных исследований Г. В. Гельдыева уделяла решению многочисленных теоретических, методологических и методических вопросов, связанных с оценкой устойчивости ландшафтов к антропогенным нагрузкам, а также разработке научных основ физико-географического районирования и ландшафтно-экологического картографирования.

Она была не только руководителем, но и непосредственным участником ландшафтных исследований равнинных и горных территорий Восточного, Северного и Центрального, Юго-Восточного Казахстана, Торгайского прогиба, бассейна Аральского моря. Она является автором серии ландшафтно-типологических карт Республики Казахстан и классификационных построений для структурных характеристик основных ландшафтных единиц.



Разработанные Г. В. Гельдыевой принципы и методы разномасштабного ландшафтного картографирования были апробированы в зоне канала Ертис–Караганда и стали основополагающими при обосновании переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию.

С 1974 по 2008 г. научные интересы Г. В. Гельдыевой сосредоточивались на проблеме Арала и Приаралья. Приоритет в исследованиях был отдан изучению пространственно-временных аспектов формирования и функционирования природных комплексов молодой суши – осушенного дна Аральского моря, вопросам оценки устойчивости ландшафтов и природно-хозяйственных систем долины р. Сырдария.

С 1989 по 2008 г. она руководила лабораторией ландшафтоведения и проблем природопользования. Помимо разработки научных основ физико-географического районирования, ландшафтно-экологического картографирования, значительное место в ее исследованиях принадлежит прикладному ландшафтному анализу регионов РК. В частности, дробному природно-сельскохозяйственному районированию, оценке земельных ресурсов, разработке ландшафтных методов анализа и оценки антропогенного воздействия на природно-территориальные комплексы и др.

Одновременно Г. В. Гельдыевой осуществлялось научное руководство ландшафтными исследованиями по международным научным проектам, в том числе по проектам ЮНЕСКО: по оценке процессов опустынивания и восстановления дестабилизированных геосистем Казахского Приаралья; по «Проблемам сельскохозяйственного освоения аридных районов Центральной Азии» с Институтом географии Академии наук КНР. Она участвовала в проектах Глобального инфраструктурного фонда совместно с учеными Японии и др.

Г. В. Гельдыева – автор более 300 опубликованных научных работ, в том числе шести монографий: «Ландшафтное обеспечение схемы борьбы с опустыниванием долины р. Сырдарья», «Ландшафтно-экологические проблемы природопользования приграничных территорий Республики Казахстан» и других.

Наряду с научной деятельностью Г. В. Гельдыева долгие годы занималась научно-педагогической работой. Ею разработаны и прочитаны в Казахском национальном университете им. аль-Фараби ряд спецкурсов для бакалавров и магистрантов географического факультета. В течение многих лет Г. В. Гельдыева осуществляет научное руководство аспирантами и докторантами. Ею подготовлены 12 кандидатов географических наук, два доктора географических наук по специальностям «физическая география», «геоэкология» и «экономическая география».

Г. В. Гельдыева являлась членом Национального координационного комитета ПРООН ГЭФ/ПМГ. В течение ряда лет выполняла обязанности заместителя председателя диссертационного совета ОД 14А.01.37 при географическом факультете Казахского национального университета им. аль-Фараби по защите докторских диссертаций.

Галина Викторовна Гельдыева – доктор географических наук, профессор, за научную деятельность неоднократно отмечалась почетными дипломами и наградами Академии наук Казахской ССР, Национальной академии Республики Казахстан, Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Г. В. Гельдыева является ярким примером профессионального ученого, внесшим значительный вклад в развитие теоретических основ физической географии, создавшим отечественную школу ландшафтоведения и геоэкологии, получившим широкую известность в ближнем и дальнем зарубежье.

Коллектив Института географии, друзья и ученики сердечно поздравляют Галину Викторовну с юбилеем, желают ей крепкого здоровья и успехов в научной деятельности.

*Коллектив  
Института географии*

## ЭМИЛЬ ИСАБАЕВИЧ НУРМАМБЕТОВ

(К 80-летию со дня рождения)

7 ноября 2014 г. исполнилось 80 лет Нурмамбетову Эмилю Исабаевичу – ведущему геоморфологу Казахстана и главному научному сотруднику Института географии Национального научно-технического холдинга «Парасат» МОН РК. Эмиль Исабаевич Нурмамбетов родился в г. Алма-Ате 7 ноября 1934 г. в семье педагогов. Его родители – Нурмамбетов Исабай и Мухамеджанова Зайнаб – активные участники и организаторы народного образования Казахской ССР.

В 1953 г., после окончания алматинской русской школы, он поступил и в 1958 г. окончил геолого-географический факультет Казахского государственного университета по специальности «поиски и разведка месторождений». Сразу же после окончания КазГУ он по приглашению одного из основоположников казахстанской геологии и геоморфологии Г. Ц. Медоева поступил на работу в Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР. Здесь Э. И. Нурмамбетов проработал до 1991 г., пройдя все стадии научной карьеры: от лаборанта до ученого секретаря и заведующего лабораторией экзогенной геодинамики.

В 1991 г. он на конкурсной основе перешел в Институт географии АН КазССР и возглавил вновь созданную лабораторию геоморфологии, где продолжает плодотворно трудиться в настоящее время.

Э. И. Нурмамбетов широко известный ученый в области исследований новейшей геологической истории Казахстана. Начиная с 1958 г. он принимает участие в научно-исследовательских, съемочных и редакционных работах по изучению рельефа, неотектоники и неоген-четвертичных отложений различных регионов Казахстана. Является автором и редактором разномасштабных тематических карт по территории республики, ряд материалов которых вошел в издания СССР и международные издания по Северной Евразии.

Э. И. Нурмамбетов участвовал в разработке фундаментальных основ, подходов и методов геоморфологических принципов генетической, морфологической и возрастной классификации типов, форм и элементов рельефа, в создании легенд к картам территории Казахстана и бывшего СССР. Ему принадлежат разделы в ряде крупных монографий («Геология СССР», т. XX; «Геология и металлогения Северного Казахстана», «Рельеф Казахстана»), а также десятки научных статей и отчетов, посвященных аспектам строения и истории развития рельефа Западного, Северного, Центрального и Юго-Восточного Казахстана. В своих исследованиях Э. И. Нурмамбетов много внимания уделил выявлению конкретных связей рельефа с геологическим строением, что привело к решению многих важных прикладных задач. Установленные им закономерности формирования и пространственного развития карстовых форм Индерского соляно-купольного месторождения позволили существенно сократить количество поисковых скважин на боратовое и калийно-магнезиальное сырье и ввести необходимый коэффициент при подсчете запасов этих полезных ископаемых.

Э. И. Нурмамбетов разработал очень важную методологию по установлению береговых линий бывших палеогеновых морей в Северном Казахстане, с которыми связаны россыпи циркона и технических алмазов. То же следует сказать и о методах картирования участков долин древней гидросети в Центральном Казахстане, перспективных на поиски россыпного золота и месторождений подземных вод.

На основании многолетних полевых наблюдений в различных частях Центрального и Восточного Казахстана Э. И. Нурмамбетов уточнил историю развития рельефа Сарыарки и обосновал возможность постоянного развития площадных и линейных кор выветривания в различных геоморфологических условиях с усилением процесса в эпохи относительного тектонического покоя. Доказанное им инфильтрационное корообразование помогает разрешить ряд дискуссионных вопросов по стратификации молодого вулканизма, генетической природе древних долин и др.



Свои исследования в последнее десятилетие Э. И. Нурмамбетов проводит главным образом в Западном Казахстане, где разрабатывает вопросы современных природно-антропогенных процессов рельефообразования. Такое направление геоморфологии имеет экологический аспект, столь важный для районов интенсивного развития нефтегазовой отрасли. Не случайно Э. И. Нурмамбетов является консультантом ряда компаний, связанных с разведкой и добычей углеводородного сырья, прокладкой магистральных трубопроводов.

Возглавляемая Э. И. Нурмамбетовым группа составила серию крупномасштабных геоморфологических, инженерно-геологических, гидрогеологических и геоэкологических карт казахстанского побережья Каспия. Одновременно, являясь соавтором аналогичных работ по Аральскому морю, он ставит задачу максимального использования в научных целях происходящей в одной природной зоне современной трансгрессии Каспия и регрессии Арала. Результаты исследований объектов такой уникальной «природной лаборатории» будут иметь непреходящее значение.

Особое место в его работах занимает геоморфология побережья и мелководного шельфа казахстанской части Каспийского моря. Им уточнены наземные и подводные границы изменений уровня моря за последние 10 тысяч лет, определено возможное распространение нагонных вод на различных участках побережья с учетом природных особенностей рельефа и антропогенных защитных сооружений. Определено состояние казахстанских берегов Каспия, имеющих морфологические и генетические отличия, дан прогноз их развития при различных уровнях стояния моря, рекомендованы пути подхода к акватории для развертывания аварийного оборудования в случае катастрофических разливов нефтепродуктов.

Необходимо отметить работы Э. И. Нурмамбетова по изучению шельфа Каспийского моря, рельеф которого в настоящее время испытывает небывалое антропогенное воздействие. При поддержке международных консорциумов удалось детально исследовать значительную часть мелководного шельфа Северо-Восточного Каспия, выяснить морфометрию донного рельефа, определить пути переноса донных осадков под воздействием ветроволновых и сезонных течений, влияние на рельеф ледового поля в периоды торошения.

Исследования, включающие сравнительный анализ материалов разных лет, позволили составить первую геоморфологическую карту мелководного шельфа Казахстана, на которой выделены различные типы подводных равнин, крупные генетически разнородные формы рельефа. По мере расширения базы данных масштаб карты укрупнился до 1:200 000, а для отдельных участков и значительно крупнее (аналоговые и векторные варианты). Стал возможным прогноз трансформации аккумулятивных и коренных островов, отмелей, баров, развитие авандельт рек Волги, Жайыка, Жема, перестройки абразионных склонов и бенчей полуострова Мангыстау. Мониторинг строящегося архипелага искусственных островов и сопутствующих дноуглубительных работ выясняет их воздействие на динамику донного рельефа, на изменения течений, что отражается на уникальной биоте мелководья. Можно сказать, что исследования Э. И. Нурмамбетова в Северном Каспии заложили основу казахстанской морской геоморфологии.

Одним из главных направлений работ Э. И. Нурмамбетова в начале XXI столетия стало его непосредственное и активное участие в разработке концепции научного атласного картографирования Республики Казахстан, которая была реализована в многофункциональном комплекте атласов: национальном (природа, общество, экология страны), региональном (Мангистауская область), отраслевом (чрезвычайные ситуации). Им лично и в соавторстве созданы десятки карт с пояснительными текстами, освещающих состояние и прогноз развития геолого-геоморфологической среды Казахстана, что имеет большую научную и практическую ценность. Комплект атласов, созданный впервые в суверенной истории государства, распространяет информацию для мирового сообщества о Казахстане, используется при выполнении целевых разномасштабных программ, формирует новое научное направление создания тематических комплексных атласов регионов и городов республики. За цикл научных работ в области атласного картографирования семь ученых-географов и картографов удостоены Государственной премии Казахстана в области науки и техники 2013 года. Э. И. Нурмамбетов в числе лауреатов.

Поздравляя Эмиля Исабаевича со славным 80-летием, друзья и коллеги желают ему крепкого здоровья, бодрости и благополучия.

*Коллектив Института географии*

---



---

**МАЗМҰНЫ**
**Табиғатты тиімді пайдалану**

*Копытина М.А., Усен А.* Алматы облысындағы өсімдік шаруашылығының қазіргі жағдайы мен оның даму мәселелері..... 3

**Гидрология**

*Аденбаев Б.Е.* Әмудария сағасындағы су экожүйесінің қазіргі гидрохимиялық жағдайы..... 10  
*Аденбаев Б.Е., Хайдарова О.А., Хикматов Ф.Х.* Су ресурстарын шаруашылыққа пайдаланудың күшейтілген жағдайындағы Әмудария сағасындағы өзендердің гидрологиялық режимі..... 15  
*Амиргалиев Н.А.* Іле өзенінің суағысы минерализациясы және иондық құрамының арасындағы тәуелділік туралы..... 20  
*Гальперин Р.И., Бейсенбаева С.Ж.* Қазақстанның солтүстік жартысындағы реттелмеген және аз реттелген өзендердегі максималды ағыстын ауткуының аймақтық келісімі..... 28  
*Дәулетқалиев С.Қ., Оспанова М.С.* Елек өзені алабының негізгі өзендерінің минимал ағынды қатарларын қалпына келтіру..... 33

**Гляциология және климатология**

*Вилесов Е.Н.* Талас өзені бассейнінің қазіргі мұзбасу өзгерістері мен ахуалы..... 38  
*Қудышкин Т.В., Тарасов Ю.А., Яковлев А.В.* XX ғасырдың екінші жартысында және XXI ғасырдың басындағы жас мұздықтардың басымдылығындағы өзен бассейндерінің мұзбасу өзгерістері..... 45

**Табиғи қауіптілік**

*Жданов В.В.* Биік Тянь-Шань және Памир таулардағы гидтердің жұмыс өзгешеліктері..... 55

**Картографиялау**

*Маканова А.У.* Әлеуметтік-экономикалық картографиялау..... 60

**Хабарлама**

«Мұздықтар мен су ресурстарының жағдайына климат өзгерісінің әсері» халықаралы ғылыми- тәжірибелік конференциясы (10–13 қыркүйек 2014 ж., Чок-Тал, Қырғызстан)..... 67

**Мерейтойлар**

Галина Викторовна ГЕЛЬДЫЕВА (75-жылдығына орай).....69  
 Эмиль Исабаевич НУРМАМБЕТОВ (80-жылдығына орай)..... 71

Редакторы *Т. Н. Кривобокова*  
 Компьютерлік беттеген *Д. Н. Калкабекова*

Басуға 29.12.2014 қол қойылды.  
 Пішіні 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Офсеттік басылым.  
 Баспа – ризограф. 4,9 п.л. Таралымы 300 дана.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Рациональное природопользование

<i>Копытина М.А., Усен А.</i> Современное состояние растениеводства Алматинской области и проблемы его развития.....	3
--	---

### Гидрология

<i>Аденбаев Б.Е.</i> Современное гидрохимическое состояние водных экосистем низовьев реки Амударьи.....	10
<i>Аденбаев Б.Е., Хайдарова О.А., Хикматов Ф.Х.</i> Гидрологический режим низовьев реки Амударьи в условиях усиленного хозяйственного использования водных ресурсов.....	15
<i>Амиргалиев Н.А.</i> О зависимости между минерализацией, ионным составом и водным стоком реки Иле.....	20
<i>Гальперин Р.И., Бейсенбаева С.Ж.</i> Территориальная согласованность колебаний максимального стока на незарегулированных и слабозарегулированных реках в северной половине Казахстана.....	28
<i>Давлетгалиев С.К., Оспанова М.С.</i> Восстановление рядов минимального стока основных рек бассейна Илек.....	33

### Гляциология и климатология

<i>Вилесов Е.Н.</i> Современные изменения климата и оледенения в бассейне реки Талас.....	38
<i>Кудышкин Т.В., Тарасов Ю.А., Яковлев А.В.</i> Изменение оледенения речных бассейнов с преобладанием малых ледников во второй половине XX – начале XXI века.....	45

### Природные опасности

<i>Жданов В.В.</i> Особенности работы горных гидов в высоких горах Памира и Тянь-Шаня.....	55
--	----

### Картографирование

<i>Маканова А.У.</i> Социально-экономическое картографирование.....	60
---	----

### Хроника

Международная научно-практическая конференция «Влияние изменения климата на состояние ледников и водных ресурсов» (10–13 сентября 2014 г., с. Чок-Тал, Кыргызстан).....	67
---	----

### Юбилейные даты

Галина Викторовна ГЕЛЬДЫЕВА (К 75-летию со дня рождения).....	69
Эмиль Исабаевич НУРМАМБЕТОВ (К 80-летию со дня рождения).....	71

Редактор *Т. Н. Кривобокова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 29.12.2014.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная.  
Печать – ризограф. 4,9 п.л. Тираж 300.

## CONTENTS

**Rational nature**

*Kopytina M.A., Usen A.* Current state of crop sector in Almaty region and problems of its development..... 3

**Hydrology**

*Adenbaev B.E.* The present hydrochemical state of water ecosystem of the lower Amudarya..... 10

*Adenbaev B.E., Khaidarova O.A., Khikmatov F.H.* Hydrological regime of the lower Amudarya river  
with the increasing of commercial use of water resources..... 15

*Amirgaliyev N.A.* The relation between mineralization, ion composition and water flow Ili..... 20

*Galperin R.I., Beisenbaeva S.Zh.* The territorial coherence of the maximum flow fluctuations  
on unregulated and low regulated rivers in the northern part of Kazakhstan..... 28

*Davletgaliyev S.K., Ospanova M.S.* Restoration series minimal flow of the main rivers of the basin Ilek..... 33

**Glaciology and climatology**

*Vilesov E.N.* Modern climate change and glaciation in the Talas River basin..... 38

*Kudyshkin T.V., Tarasov Yu.A., Yakovlev A.V.* Changes in the glaciation of the river basins  
with a predominance of small glaciers in the second part of XX century and in the beginning of XXI century..... 45

**Hazardous natural processes**

*Zhdanov V.V.* Features of work of mountain guides in high mountains Pamir and Tien-Shan..... 55

**Mapping**

*Makanova A.U.* Socio-economic mapping..... 60

**Cronicle**

International scientific-practical conference «The influence of climate change on glaciers and water resources»  
(September 10–13, 2014, Chock-Tal v., Kyrgyzstan)..... 67

**Anniversaries**

Galina Victorovna GELDYEVA (*To 75th Anniversary of Birth*)..... 69

Emil Isabayevich NURMAMBETOV (*To 80th Anniversary of Birth*)..... 71

*Editor T. N. Krivobokova*

Makeup on the computer of *D. N. Kalkabekova*

Passed for printing on 29.12.2014.

Format 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Offset paper.

Printing – risograph. 4,9 pp. Number of printed copies 300.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ»

В журнале публикуются статьи, посвященные проблемным вопросам географической науки и геоэкологии, а также научные сообщения теоретического, методического, экспериментального и прикладного характера, тематические обзоры, критические статьи и рецензии, в том числе в виде писем в редакцию, библиографические сводки, хроника научной жизни. Тексты статей и других материалов могут предоставляться на казахском, русском или английском языках. Редакция принимает материалы в электронном виде, набранные в текстовом редакторе Microsoft Word, в сопровождении идентичной бумажной версии. Поля: верхнее и нижнее – 2,4 см, правое и левое – 2,2 см. Текст (шрифт «Times New Roman») дается в одну колонку и для него устанавливается автоматический перенос. Страницы не нумеруются. Объем статьи не должен превышать 30 000 знаков (до 10 стр.), включая таблицы, рисунки и список литературы. Объем других материалов не должен превышать 5600 знаков (до 2 стр.).

Рукописи статей оформляются следующим образом: УДК (выравнивание текста «левый край», кегль 9); через один интервал – инициалы и фамилии всех авторов через запятую (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный курсив», регистр «все прописные», кегль 11; если авторов несколько, после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); через один интервал – ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает (выравнивание текста «по центру», кегль 10; если авторов несколько, сведения даются о каждом из них отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); через один интервал – название статьи без переноса (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «все прописные», кегль 14); через один интервал – аннотация из 5–10 предложений на том языке, на котором написан основной текст рукописи (объемом до 1500 знаков), через один интервал 5–7 ключевых слов на том языке, на котором написан основной текст рукописи, сортированных по алфавиту (абзац «0,6 см», выравнивание текста «по ширине», начертание «курсив», кегль 10).

Основной текст разбивается на рубрики: введение, постановка проблемы, методика исследований, результаты исследований, обсуждение результатов, заключение (выводы). В конце статьи может помещаться благодарность лицам и организациям, оказавшим помощь в ее подготовке. Не общепринятые аббревиатуры должны расшифровываться в тексте при первом упоминании. Параметры текста: абзац «0,6 см», выравнивание «по ширине», начертание «обычный», кегль 11.

В списке литературы под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» указываются источники, на которые есть ссылки в тексте (регистр шрифта «все прописные», начертание «полужирный», кегль 9, выравнивание «по центру»). Ссылки по тексту даются в квадратных скобках на номера списка. Литература приводится в алфавитном порядке: сначала на русском языке, затем на казахском и иностранная (абзац «0,6 см», выравнивание «по центру», начертание «обычный», кегль 9). Список литературы оформляется по ГОСТ 7.1–2003 и тщательно выверяется автором. Через один интервал под заголовком «REFERENCES» дается перевод на английский язык списка литературы (для баз данных научных изданий).

Далее следуют резюме. Для статьи, предоставленной на *казахском языке*, требуются русский и английский переводы резюме; *на русском языке* – требуются казахский и английский переводы резюме; *на английском языке* – требуются казахский и русский переводы резюме. Для авторов из зарубежья резюме на казахский язык переводится в редакции в соответствии с предоставленными на русском и английском языках. Структура резюме: инициалы и фамилии всех авторов через запятую (выравнивание текста «по центру», начертание «курсив», кегль 11; если авторов несколько, после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); через один интервал – ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает (выравнивание текста «по центру», кегль 11; если авторов несколько, сведения даются о каждом из них отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); через один интервал – название статьи без переноса (выравнивание текста «по центру», начертание «обычный», регистр «все прописные», кегль 11); через один интервал – перевод аннотации, приведенной в начале статьи; через один интервал – перевод 5–7 ключевых слов, приведенных в начале статьи (абзац «0,6 см», выравнивание текста «по ширине», начертание «курсив», кегль 10).

Таблицы набираются в формате Microsoft Word (не Microsoft Excel), кегль 9. В статье даются ссылки на все таблицы следующим образом: в тексте – «...в соответствии с таблицей 1...»; в конце

предложения – «...(таблица 1)». Располагать их следует сразу после упоминания в тексте или на следующей странице. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Например, «Таблица 1 – Средний многолетний расход р. Жайык, м<sup>3</sup>/с». Размещать его следует над таблицей, без абзачного отступа (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Не допускается перенос части таблицы на следующую страницу. Большие таблицы допускается размещать на всю страницу с ориентацией «альбомная». Таблицы и графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов не допускаются. Повторяющийся в разных строках графы таблицы текст из одного слова после первого написания допустимо заменять кавычками. Если он состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Рисунки должны быть преимущественно черно-белые, а их общее количество не превышать 5. Они должны быть вычерчены электронным образом и не перегружены лишней информацией. В статье на все рисунки должны быть даны ссылки следующим образом: в тексте – «... в соответствии с рисунком 1 ...»; в конце предложения – «... (рисунок 1)». Рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все надписи на рисунках должны хорошо читаться; по возможности их следует заменять буквами или цифрами, а необходимые пояснения давать в тексте или в подрисовочных подписях. В подрисовочной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисовочные подписи должны соответствовать тексту (но не повторять его) и изображениям. Например, «Рисунок 1 – Карта среднего годового стока в бассейне р. Жайыка, л/с/км<sup>2</sup>» (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Фотографии должны быть четкими, без дефектов. Все рисунки также предоставляют отдельными файлами: для растровых изображений – в формате JPEG/TIFF/PSD, для векторных – в совместимом с Corel Draw или Adobe Illustrator. Не допускаются файлы с рисунками в формате Word или Excel. Разрешение растровых изображений в оттенках серого и RGB цветах должно быть 300 dpi, черно-белых – 600 dpi. Рекомендуемые размеры: ширина 85, 120–170 мм, высота – не более 230 мм. При необходимости файлы могут быть заархивированы, предпочтительно в форматах ZIP или ARJ.

Математические обозначения и формулы нужно набирать в Microsoft equation и размещать в тексте на отдельных строках, нумеруя только те, на которые есть ссылки в тексте. Русские и греческие буквы в формулах и статьях, а также математические символы и химические элементы набираются прямым шрифтом, латинские буквы – курсивом.

К статье следует приложить: 1) сопроводительное письмо; 2) рецензию на 1 стр.; 3) экспертное заключение об отсутствии секретных сведений в публикации, выданное организацией, в которой выполнена работа (в особых случаях возможно составление в редакции после внутреннего рецензирования); для нерезидентов Республики Казахстан экспертное заключение не требуется; 4) краткое заключение лаборатории (кафедры, отдела и др.), где выполнена представленная к публикации работа; 5) сведения о каждом авторе: ФИО (полностью), ученые степень и звание, должность и место работы, контактные E-mail, телефоны, факс.

Сданные в редакцию материалы авторам не возвращаются. Не соответствующие требованиям статьи не рассматриваются. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Все материалы проходят внутреннее рецензирование. Редакция просит авторов отмечать все изменения, внесенные в статью после исправления или доработки текста по замечаниям рецензента (например, цветом). При работе над рукописью редакция вправе ее сократить. В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. За достоверность приведенных в статье научных фактов полную ответственность несет автор (авторы в равной мере, если их несколько).

**Адрес редакции журнала «Вопросы географии и геоэкологии»:** Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Пушкина / Кабанбай батыра, 67/99, Институт географии.

Тел.: +7(727)291-81-29 (приемная); факс: +7(727)291-81-02

E-mail: [ingeo@mail.kz](mailto:ingeo@mail.kz) и [geography.geoecology@gmail.com](mailto:geography.geoecology@gmail.com)

Сайт: <http://www.ingeo.kz>