

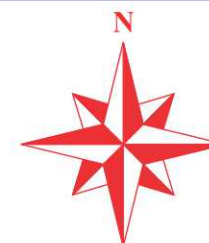


ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ  
И ЭКОЛОГИЯ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

3

2012



# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

3

2012

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

Алматы

*Қазақстан Республикасының  
қоршаған ортаны қорғау  
Министрлігі*

*Министерство охраны  
окружающей среды Республики  
Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық  
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное  
предприятие «Казгидромет»

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ**

әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

**№ 3**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2012

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Т.К. Кудеков**, канд. геол.-мин. наук

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**П.Ж. Кожаметов**, канд. техн. наук; **Н.И. Ивкина**, канд. геогр. наук

### *Ответственный секретарь*

О.С. Галаева

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Р.Г. Абдрахимов**, канд. техн. наук; **А.Х. Ахмеджанов**, доктор техн. наук; **М.Ж. Бурлибаев**, доктор техн. наук; **С.С. Байшоланов**, канд. геогр. наук; **В.В. Голубцов**, канд. геогр. наук; **С.А. Долгих**, канд. геогр. наук; **Ж.Д. Достай**, доктор геогр. наук; **Р.И. Гальперин**, доктор геогр. наук; **В.И. Ли**, канд. техн. наук; **А.Р. Медеу**, доктор геогр. наук; **Е.Ж. Муртазин**, канд. геол.-мин. наук; **В.Г. Сальников**, доктор геогр. наук; **О.Е. Семенов**, канд. физ.-мат. наук; **Б.С. Степанов**, доктор геогр. наук; **А.А. Турсунов**, доктор техн. наук; **Э.А. Турсунов**, канд. геогр. наук; **В.С. Чердниченко**, доктор геогр. наук; **С.П. Шиварева**, канд. техн. наук; **Р.К. Яфязова**, доктор техн. наук; **О.С. Галаева** (компьютерная сборка, техническая редакция).

Перевод на казахский язык:

А.М. Бажиева

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

### № 3 (66)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

---

*Адрес редакции:* 050022, Алматы,  
пр. Абая, д. 32, к. 415, 420  
*Телефон:* (7272) 55-84-06  
*E-mail:* caspian\_almaty@mail.ru  
<http://www.kazhydromet.kz>

---

Подписано в печать 10.10.2012 г.

Формат бумаги 70 x 100/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ 3101

Цена договорная.

---

Отпечатано в типографии ПК «Экожан».

г. Караганда, ул. Садоводов, 14. Тел.: (7212) 442-368; 442-360

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

<b>А.Х. Ахмеджанов, А.Н. Искаков</b> Особенности поглощения инфракрасного излучения атмосферными газами над территорией южного и северного Казахстана .....	7
<b>Н.У. Бултеков, О.Е. Семенов, А.П. Шапов</b> Дисперсный и солевой состав донных алевроитовых отложений осушенной части дна Большого Арала.....	18
<b>Л.В. Лебедь, М.Т. Ибрагимов, З.Р. Токпаев, Т.Н. Шестакова, А.В. Чередниченко, Е.Г. Царева, Ф. Хейлман, Дж. Чи, С. Хаген</b> Оценка антропогенной динамики растительного покрова пастбищных земель Прибалхашья на базе космической информации.....	29
<b>И.В. Каипов, О.Е. Семенов, А.П. Шапов</b> Вынос массы алевроитового аэрозоля с осушенной части Арала во время пыльной бури 28...29 апреля 2008 года .....	49
<b>Н.Р. Муратова, С.М. Северская, Н.Э. Бекмухамедов</b> Дистанционная оценка состояния естественных пастбищ по гиперспектральным данным и на основании космоснимков разного разрешения ....	72
<b>М.А. Мусаева</b> Многолетние изменения температуры воздуха зимой и летом на северо-восточной части Большого Кавказа .....	80
<b>З.С. Аллахвердиев</b> О ветро-волновом режиме Апшеронского морского района (на примере острова Песчаный).....	90
<b>Б.К. Мамедов, П.Р. Берлинер</b> Сток с такырных водосборов.....	96
<b>К.В. Цыценко, Т.И. Владимирова</b> Водно-земельные ресурсы бассейнов рек Центральной Азии: состояние и использование .....	102

<b>А.М. Бажиева, Айс. А. Турсунова</b> Временные закономерности колебаний речного стока Западного Казахстана .....	116
---	-----

<b>С.Д. Магай</b> Водно-физические и химические свойства почвогрунтов Казахстанской части Голодностепского массива орошения .....	125
--	-----

<b>О.А. Шарипова</b> Накопление радионуклидов в организмах рыб озера Балхаш .....	136
--	-----

<b>Ж.Е. Дәрібаев, А.Н. Құтжанова, А.А. Орайханова</b> Мұнай өңдеу өндірісі қалдықтарының атмосфера ауасында сейілуі .....	142
--	-----

<b>Қ.Т. Сапаров</b> Көл және батпақ атауларының қалыптасу мен дамуының географиялық негіздері .....	150
--	-----

## **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

<b>В.В. Голубцов, В.И. Ли</b> Оценка стока р. Кальджир на посту у с. Черняевка по стоку у с. Алтай....	165
---	-----

<b>И.Г. Гуршев</b> Определение критериев переноса частиц песка воздушным потоком.....	168
--	-----

## **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

<b>А.А. Турсунов</b> Перспективы развития водного хозяйства в Республике Казахстан .....	172
---	-----

<b>М. Терещук</b> Возможности молодых специалистов водного сектора: гранты, стипендии, финансирование .....	178
--	-----

Обращение 17-й сессии координационного комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ) к научной общественности Прикаспийских государств .....	190
---	-----

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

- A.Kh. Akhmedzhanov, A.N. Iskakov**  
Features of infra-red radiation absorption by atmospheric gases above territory of Southern and Northern Kazakhstan..... 7
- N.U. Bultekov, O.E. Semenov, A.P. Shapov**  
Disperse and salt composition of bottom silt sediments on the drained bottom of the Big Aral..... 18
- L.V. Lebed', M.T. Ibragimov, Z.R. Tokpayev, T.N. SHeStakova, A.V. CHerednichenko, E.G. TSareva, Philip Heilman, Jiaguo Qi, Stephen Hagen**  
Assessment of the antropogenic dynamics of cover vegetation for pasture lands in Balkhash region, basing on space information..... 29
- I.V. Kaipov, O.E. Semenov, A.P. Shapov**  
The removal of mass siltstone with Aral sea during the sandstorm 28...29 april 2008 49
- N.R. Muratova, S.M. Severskay, E. Bekmukhamedov**  
Remote assessment of natural pastures using hyperspectral data and different resolution satellite imagery..... 72
- M.A. Musayeva**  
Long-term changes of summer and winter air temperatures on the northern-eastern slope of Great Caucasus ..... 80
- Z.S. Allakhverdiyev**  
About wind-wave regimes of Absheron's sea area (for example – Peschany Island) . 90
- B.K. Mamedov, P.R. Berliner**  
Runoff from takyr water catchments ..... 96
- K.V. TSytsenko, T.I. Vladimirova**  
Water-land resources of the Central Asia rivers basin: condition and using..... 102
- A.M. Bazhieva, Ais.A. Tursunova**  
Timing factors of the river flow fluctuations in the Western Kazakhstan..... 116

**S.D. Magay**  
Water-physical and chemical properties of soil grounds of the Kazakhstan part of the Golodnaya-steppe massif of irrigation..... 125

**O.A. SHaripova**  
Accumulation of the radionuclides in the fish organisms of the Balkhash Lake .... 136

**Zh.E. Daribayev, A.N. Kutzhanova, A.A. Oraikhanova**  
Dispersion of harmful substances in the atmosphere from the enterprises of oil industry ..... 142

**K.T. Saparov**  
Geographical bases of formation and development of of lake and bog names .... 150

## **BRIEF REPORTS**

**V.V. Golubtsov, V.I. Lee**  
Estimation the runoff of the Kaldjir River near the Chernyaevka Village according to the runoff near the Altay Village ..... 165

**I.G. Gurshev**  
Definition of criteria for the sand particles transfer by an air flow..... 168

## **REVIEWS AND CONSULTATIONS**

**A.A. Tursunov**  
Prospects of development of a water economy in the Republic of Kazakhstan..... 172

**M.Tereschuk**  
Opportunities for young experts of a water sector: the grants, financing ..... 178  
  
The reference of the 17<sup>th</sup> Session of the Coordination Committee on hydrometeorology and pollution monitoring of the Caspian Sea (CASPCOM – 17) to the scientific community of the Caspian Region Countries..... 190

УДК 551.501:629.195.1

Доктор техн. наук

А.Х. Ахмеджанов \*

А.Н. Искаков \*

**ОСОБЕННОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
АТМОСФЕРНЫМИ ГАЗАМИ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ ЮЖНОГО  
И СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА***ПОГЛАЩЕНИЕ, ИНФРОКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ПАРНИКОВЫЕ  
ГАЗЫ*

*Исследованы особенности процесса поглощения инфракрасного излучения парниковыми газами над территорией Казахстан на основе данных космического зондирования. Получены отклонения расчетных вертикальных профилей объемного коэффициента поглощения излучения от стандартного распределения в зависимости от широты.*

При неизменности солнечной постоянной и, соответственно, потока солнечной радиации, среднегодовые приповерхностные температуры и климат, определяются тепловым балансом Земли. Для теплового баланса выполняются условия равенства величин поглощения коротковолновой радиации и излучения длинноволновой радиации в системе Земля-атмосфера. В свою очередь, доля поглощенной коротковолновой солнечной радиации определяется общим (поверхность и атмосфера) альбедо Земли. На величину потока длинноволновой радиации, уходящей в космос, существенное влияние оказывает парниковый эффект, в свою очередь, зависящий от состава и температуры земной атмосферы.

Парниковый эффект атмосфер обусловлен их различной прозрачностью в видимом и дальнем инфракрасном диапазонах. На диапазон длин волн 400...1500 нм в видимом свете и ближнем инфракрасном диапазоне приходится 75 % энергии солнечного излучения, большинство газов не поглощают в этом диапазоне; рэлеевское рассеяние в газах и рассеяние на атмосферных аэрозолях не препятствуют проникновению излучения этих длин волн в глубины атмосферы и достижению поверхности планет. Одним из наиболее весомых факторов,

---

\* АО «Национальный центр космических исследований и технологий»  
НКА РК, г. Алматы



влияющих глобально на радиационный режим планет, является изменение концентрации оптически активных компонентов в атмосфере. К исследованиям оптически активных парниковых газов привлечено большое внимание [1].

Для исследования парниковых газов в атмосфере используют методы дистанционного зондирования [3-6]. Широко используемыми являются данные программы атмосферного химического эксперимента канадского спутника SCISAT-1 (с 2003 года). Его основными инструментами являются оптический спектрометр ACE-FTS (ИК-Фурье) и ультрафиолетовый спектрофотометр MAESTRO. Эти приборы на борту SCISAT-1 измеряют вертикальное распределение более 20 атмосферных газов, в том числе озона, диоксида азота и аэрозолей в атмосфере Земли. Спектрофотометр MAESTRO измеряет содержание озона в области спектра 285...1030 нм. Инструмент ACE-FTS является основной полезной нагрузкой космического аппарата SCISAT-1, научной целью которого является измерение параметров химических и динамических процессов, которые контролируют распределение озона в верхней тропосфере и стратосфере. С помощью инфракрасного тепловизора (VNI) проводятся измерения содержания аэрозолей с помощью двух датчиков на длинах волн 0,525 и 1,02 мкм. Многие данные дистанционного зондирования Земли из космоса находятся в режиме свободного доступа, но эти данные являются осредненными за определенный период времени. Спутник RADARSAT-1 оснащен радаром бокового обзора с синтезированной апертурой. Приборы дистанционного зондирования, находящиеся на борту спутника ENVISAT: MERIS – спектрометр с океанографической миссией для исследования состава воды, содержания хлорофилла, поглощения кислорода, оценка испарений, образования водяного пара. RA-2 – радарный спектрометр, наряду с другими (MWR, DORIS и LRR) приборами спутника, предназначен для вычисления высот, в том числе глобального уровня моря; динамики океанических циркуляций; высоты волн и скорости ветра; толщины ледовых полей. GOMOS – сенсор предназначен для мониторинга озона, парниковых газов и аэрозоля в стратосфере и мезосфере. Этот сенсор пропускает тропосферу, являющуюся наиболее жизненно важным нижним слоем земной атмосферы. SCAMACHY – сенсор, который регистрирует процесс поглощения излучения в атмосфере в диапазоне спектра 240...2380 нм. Этот прибор предназначен для исследования динамики и радиационного баланса атмосферы. Спектрометр MODIS на спутниках Terra и Aqua регистрирует излучение в диапазоне длин волн от

0,4 мкм до 14,3 мкм. Для ближнего и дальнего инфракрасной области спектра объемные коэффициенты поглощения парниковых газов рассчитываются с использованием банка данных HITRAN [5].

Для восстановления ключевых параметров атмосферы используется сканер AIRS (инфракрасный зондировщик атмосферы), позволяющий получать данные от 2378 спектральных каналов, по которым, в частности, восстанавливаются (<http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/>) температурные профили атмосферы. Алгоритм восстановления основан на использовании множества весовых функций, и при этом постулируется, что данная весовая функция, максимум которой приходится на определенную высоту, соответствует генерации ИК-излучения атмосферой на этой высоте.

Земная атмосфера содержит водород, азот, диоксид углерода, пары воды, аммиак и следы других газов наряду с небольшими количествами кислорода и озона. При этом поглощение водорода, азота и аммиака в участке спектра от 160 до 250 нм столь незначительно, что им можно пренебречь. Основными парниковыми газами, в порядке их оцениваемого воздействия на тепловой баланс Земли, являются водяной пар, углекислый газ, метан и озон. В данной работе список этих газов был взят с учетом их влияния: водяной пар ( $H_2O$ ), двуокись углерода ( $CO_2$ ), метан ( $CH_4$ ), закись азота ( $N_2O$ ) и озон ( $O_3$ ). Главный вклад в парниковый эффект земной атмосферы вносит водяной пар или влажность воздуха тропосферы, влияние других газов гораздо менее существенно по причине их малой концентрации. Вместе с тем, концентрация водяного пара в тропосфере существенно зависит от приповерхностной температуры: увеличение суммарной концентрации «парниковых» газов в атмосфере должно привести к усилению влажности и парникового эффекта, который в свою очередь приведет к увеличению приповерхностной температуры. При понижении приповерхностной температуры концентрация водяных паров падает, что ведет к уменьшению парникового эффекта. При снижении температуры в приполярных районах формируется снежно-ледяной покров, ведущий к повышению альбедо и уменьшению парникового эффекта, вызывающим понижение средней приповерхностной температуры.

Современная атмосфера фактически непрозрачна для большей части солнечного излучения, она поглощает почти всю его энергию, оставляя «окна прозрачности» лишь для видимой части спектра. Непрозрачность атмосферы для ультрафиолета зависит главным образом от наличия в ней свободного кис-

лорода  $O_2$  и озона  $O_3$ . Причём, чем меньше длина волны, тем большую энергию несет излучение. А чем выше энергия излучения, тем в свою очередь больше вероятность того, что под его воздействием будут происходить фотохимические реакции распада и синтеза молекул. Для длин волн более 160...200 нм коэффициент поглощения водяных паров, кислорода и двуокиси углерода резко падает. Излучение с длиной волны более 200 нм легче проходит через эти газы.

Следует отметить, что разные атмосферные газы обладают сильно различающимся распределением по высоте. Обычно газ распределяется по вертикали экспоненциально, причем наивысшая его концентрация наблюдается у поверхности Земли, а с высотой она снижается. При современном содержании  $CO_2$  в атмосфере этот газ задерживает только излучение с длиной волны менее 190 нм. При содержании в 30 раз выше современного двуокись углерода задерживала бы волны длиной до 205 нм. В противоположность кислороду основной запас двуокиси углерода содержится не в атмосфере, а в океанских водах. Океан поэтому представляет собой прекрасный «буфер», регулирующий содержание  $CO_2$  в атмосфере.

Кислород сильно влияет на состав солнечного излучения, которое доходит до поверхности Земли. Не считая системы полос вблизи 180 и 190 нм, обусловленной атомным резонансом, рост содержания кислорода в атмосфере сопровождается увеличением поглощения жесткого ультрафиолета. Этот эффект при современном содержании кислорода в атмосфере распространяется на область до 250 нм, а далее главную роль в поглощении начинает играть озон.

Содержание озона прямо зависит от содержания кислорода. Таким образом, атмосфера, бедная кислородом, не может быть насыщена озоном. Хотя константы, определяющие образование озона, известны пока не слишком хорошо, можно оценить количество озона, которое будет присутствовать в атмосфере при разных уровнях содержания кислорода. Озон даже при низком содержании кислорода экранирует ультрафиолет с длиной волны около 250 нм, кислород и озон вместе эффективно поглощают жесткое ультрафиолетовое излучение.

Поглощение излучения мало зависит от содержания углекислого газа, так как этого газа в атмосфере немного. Основная роль здесь принадлежит кислороду. Сильное поглощение озоном ультрафиолета с длиной волны от 240 до 270 нм приводит к ослаблению этих волн уже в атмосфере. Становится значительным

поглощение в атмосфере более коротковолнового излучения, и для полного поглощения солнечного ультрафиолета достаточно слоя воды толщиной 1 м.

В условиях равновесия между водой и атмосферой растворимость кислорода в воде тем меньше, чем выше температура и соленость воды. При прочих равных условиях пресная вода содержит примерно на 25 % больше кислорода, чем океанская.

Предсказываемое к концу столетия удвоение концентрации  $\text{CO}_2$  в земной атмосфере в результате парникового эффекта может привести к увеличению уходящего длинноволнового излучения на  $3 \dots 4 \text{ Вт/м}^2$  и средней температуры поверхности Земли на  $1,5 \dots 4 \text{ }^\circ\text{C}$  с учетом внутренних обратных связей. За минувшее столетие в парниковом эффекте отчетливо наблюдается резкое повышение содержания ключевых парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и др.) в атмосфере, сопровождающееся ростом среднегодовой температуры поверхности Земли. Аномально высокое содержание ключевых парниковых газов в современной атмосфере и большая скорость их накопления в настоящее время указывает на возможность антропогенного характера современных процессов. Рост температуры поверхности в свою очередь способствует увеличению эмиссии углекислого газа из таких резервуаров как океан и карбоната земной коры, где его запасы огромны и достаточны для создания давления в десятки атмосфер, практически как на Венере. Также с увеличением температуры поверхности возрастает вероятность выхода большого количества  $\text{CH}_4$  в атмосферу. В связи с проблемой аномально быстрого роста концентрации углекислого газа и метана в атмосфере в настоящее время, и наличия огромного количества этих газов в различных земных резервуарах, актуальным становится вопрос о глобальной устойчивости современного термического режима поверхности Земли, при условии потенциально возможного «неограниченного» накопления парниковых газов в атмосфере.

Прогресс в развитии инфракрасной техники и появление в 1990-х годах спутниковых Фурье спектрометров достаточно высокого разрешения (до  $0,05 \text{ см}^{-1}$ ) и Фурье спектрометров наземного базирования с разрешением до  $0,001 \text{ см}^{-1}$  позволяет иметь десятки-сотни тысяч спектральных каналов в тепловой инфракрасной области. В результате существенно повысилась информативность натуральных спектров атмосферы. Обратная задача по определению параметров атмосферы из ее тепловых спектров высокого разрешения стала существенно переопределенной. Произошли качественные изменения в методах обработки и интерпретации

спутниковых данных. Успехи в области прикладной атмосферной инфракрасной спектроскопии, создание баз данных детальной спектроскопической информации по атмосферным газам: *HITRAN*, *GEISA* и другие, накопление априорной информации по профилям температуры и концентрации оптически активных газовых составляющих атмосферы в базе *TIGR*, информационной системе *British Atmospheric Data Center* и другие способствуют прогрессу в дистанционном зондировании парниковых газов, таких как:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_x\text{O}_y$ ,  $\text{CO}_2$  и др. Наличие системы многолетнего мониторинга управляющих параметров климатической системы Земли (радиационный баланс планеты, альbedo, концентрация парниковых газов, водный цикл, баланс энтропии и свободной энергии на верхней границе атмосферы) позволит в перспективе получать новые знания о физике теплового баланса нашей планеты, выявить характерные тренды в процессе глобального потепления и их количественные характеристики. Одним из важных являются концентрации парниковых газов в атмосфере и их общее содержание в атмосферном столбе. Восстановление глобальных трехмерных распределений температуры и концентрации парниковых газов, и наблюдение этих распределений в течение длительного промежутка времени, могли бы существенно улучшить понимание зависимости между ростом концентрации парниковых газов и глобальным потеплением. Технологии термического зондирования атмосферы из космоса с целью получения метеорологических параметров разрабатываются уже более 30 лет и созданию эффективной космической системы мониторинга атмосферных газов уделяется особое внимание. До недавнего времени термическое зондирование атмосферы в надир основывалось на данных, получаемых многоканальными спектрометрирами, регистрирующими тепловое излучение атмосферы в различных спектральных интервалах. Например, многоканальный спектрометр, размещенный на борту спутников GOES-8/9, регистрирует ИК излучение атмосферы в 18 каналах в диапазоне  $650 \dots 2800 \text{ см}^{-1}$ , с полушириной функции фильтра порядка  $10 \dots 50 \text{ см}^{-1}$ . В последнее время, в дополнение к орбитальным многоканальным спектрометрирами, которые регистрируют уходящее тепловое излучение атмосферы Земли в нескольких спектральных интервалах, на орбиту выводятся или планируются к запуску Фурье-спектрометры относительно высокого спектрального разрешения (до  $0,1 \text{ см}^{-1}$ ) с непрерывным спектральным покрытием и направлением зондирования в надир.

Ослабление ИК излучения поглощающими газами ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) характеризуется коэффициентами поглощения (КП) [2]. Различают объ-

емный (линейный)  $k_\lambda$  [ $\text{см}^{-1}$ ] и массовый  $\alpha_\lambda$  [ $\text{см}^2 \text{г}^{-1}$ ] КП, которые связаны соотношением:

$$k_\lambda = \alpha_\lambda \rho_w \quad (1)$$

здесь  $\rho_w$  – плотность поглощающего газа при  $p = 1$  атм и  $T = 273$  °К,  $k_\lambda$  измеряется в лабораторных условиях, или рассчитывается, если известны т.н. лабораторные спектры колебательных и вращательных переходов молекулы газа:

$$k_\omega(h) = k_\omega^{cont}(h) + N_0(h) \cdot \sum_{i=1}^{N_g} n_i(h) \sum_k R_k(h) \sum_j S_{ikj}(T(h)) \cdot \Phi_{ikj}(\omega_{ikj} - \omega, T(h)) p(h), \quad (2)$$

где  $p(h)$   $T(h)$   $N_0(h) = \frac{p(h)}{k_b T(h)}$  – давление, температура и концентрация молекул на высоте  $h$  соответственно;  $n_i(h)$  – относительная концентрация  $i$ -го газа;  $R_k(h) = a_k(h) / a_k^0$  – отношение данной распространенности на высоте  $h$  к естественной распространенности  $k$ -го изотопа  $i$ -го газа;  $S_{ikj}$  – интенсивность  $j$ -й спектральной линии [ $\text{см} \cdot \text{моль}^{-1}$ ];  $\Phi_{ikj}$  – форма спектральной линии;  $k_\omega^{cont}$  – континуальный коэффициент поглощения. Температурная зависимость интенсивности линии описывается Больцмановским уравнением:

$$S_{ikj}(T) = S_{ikj}(T_0) \cdot \Gamma(\omega_{ikj}, T) \frac{\Omega_k(T_0)}{\Omega_k(T)} \exp\left\{-\frac{hcE_{ikj}}{k_b} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right\}, \quad (3)$$

где  $T_0 = 296$  °К;  $E_{ikj}$  – основной энергетический уровень [ $\text{см}^{-1}$ ];  $\omega_{ikj}$  – волновое число перехода;  $\Omega(T)$   $\Omega(T_0)$  – колебательно-вращательные статистические суммы при данной и стандартной температурах;  $\Gamma(\omega_{ikj}, T) = (1 - \exp(-h \omega_{ikj} / k_b T)) / (1 - \exp(-h \omega_{ikj} / k_b T_0))$ .

Для атмосферных газов: HITRAN, GEISA, ИОА СО РАН (<http://spectra.iao.ru>) имеются банки данных (БД) лабораторных спектральных данных. Основными параметрами, входящими в БД являются индекс молекулы, индекс изотопа молекулы, центральная частота спектральной линии, интенсивность линии, матричный элемент дипольного момента перехода, полуширина лоренцовской линии поглощения, энергия нижнего состояния соответствующего перехода, показатель температурной зависимости полуширины линии, параметр сдвига центра линии при  $p = 1$  атм и  $T = 296$  °К, квантовые числа

верхнего и нижнего состояния соответствующего перехода. Применяемый здесь метод «line-by-line» для расчета спектральных характеристик атмосферы, учитывающий все линии поглощения, является точным.

Для сравнения спектральных характеристик поглощения, полученных в лабораторных условиях, со спектральными характеристиками спутникового спектрометра, необходимо «привести» лабораторный спектр  $S^{lab}(\omega')$  к спутниковому  $S^{conv}(\omega)$ , т.е. выполнить операцию свертки (конволюцию):

$$S^{conv}(\omega) = \int_{\omega-\Delta\omega}^{\omega+\Delta\omega} S^{lab}(\omega\nu)g(\omega'-\omega)d\omega', \quad (4)$$

здесь  $g(\omega)$  – аппаратная (инструментальная) функция,  $\pm \Delta\omega$  – крылья линии.

Координаты участков, для которых вычислялись профили коэффициентов поглощения: участок 1 – (52°36' с.ш., 67°29' в.д.), (55°35' с.ш., 70°40' в.д.) и участок 2 – (41°37' с.ш., 67° 29' в.д.), (44°31' с.ш., 70°29' в.д.). Участки соответствуют двум различным максимально разнесенным климатическим зонам территории Казахстана.

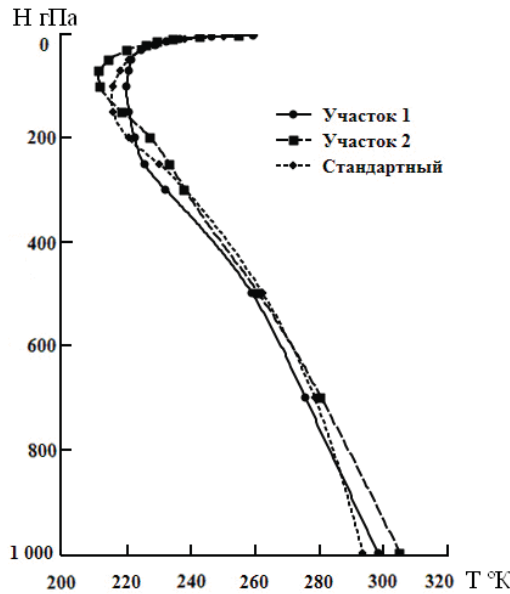


Рис. 1. Средние за июль 2011 г. профили температуры для участков 1 и 2 на территории Казахстана и летний стандартный среднеширотный профиль температуры.

В целом стандартный среднеширотный профиль температуры хорошо согласуется с реальными профилями температуры по территории Казахстана (рис. 1).

Отклонения температурных профилей от стандартного составляет 6 %. Отклонения профилей коэффициента поглощения на уровне 500 гПа для углекислого газа (рис. 2) составляет около 1,5 %. Для закиси азота (рис. 3) – около 5 %, метана (рис. 4) – 3 %. Таким образом, выявляется слабая чувствительность поглощательных свойств парниковых газов к климатическим вариациям температуры.

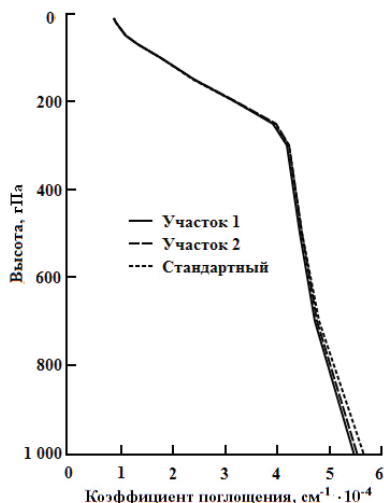


Рис. 2. Профиль коэффициента поглощения углекислого газа, вычисленный по профилям температуры для участков 1, 2 и по стандартному профилю температуры.

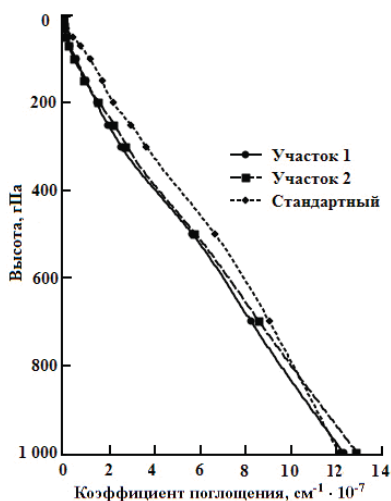
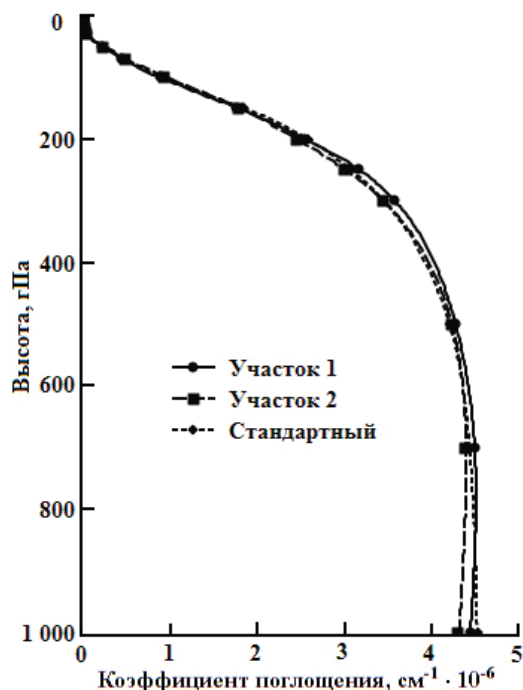


Рис. 3. Профиль коэффициента поглощения закиси азота, вычисленный по профилям температуры для участков 1, 2 и по стандартному профилю температуры.





*Рис. 4. Профиль коэффициента поглощения метана, вычисленный по профилям температуры для участков 1 и 2 и по стандартному профилю температуры.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грибанов К.Г., Бреон Ф.М., Захаров В.И. Эффект отраженного поверхностью ИК-излучения, наблюдаемый в эмиссионных спектрах атмосферы при зондировании Земли из космоса // Оптика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 13. – №12. – С. 1119-1122..
2. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. – СПб: Наука, 2003. – 475с.
3. Griбанov K.G., Zakharov V.I., Tashkun S.A., Tyuterev V.I.G. A New Software Tool for Radiative Transfer Calculations and its application to IMG/ADEOS data // JQSRT. – 2001. – Vol. 68. – No.4. – PP. 435-451.
4. Hoffland L., Piffath R., Bouk J. Spectral signature of chemical agents and simulants // Optical Engineering. – 1985. – Vol. 24. – No 6. – P. 982-984.
5. Rothman L.S., Barbe A., Benner D.C. etc. The HITRAN Molecular Spectroscopic Database: Edition of 2000 Including Updates Through 2001 // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer., 82, 5-44 (2003).

6. Rothman L.S., Jacquemart D., Barbe A. etc. The HITRAN2004 Molecular Spectroscopic Database, JQSRT, 96, 139-204 (2005).

Поступила 25.07.2012

Техн. ғылымд. докторы    А.Х. Ахмеджанов  
   А.Н. Искаков

**ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫ ҮСТІНДЕГІ  
ИНФРАҚЫЗЫЛ СӘУЛЕЛЕНУДІҢ АТМОФЕРАЛЫҚ ГАЗДАРМЕН  
ЖҰТЫЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Ғарыштық барлау мәліметтері негізінде Қазақстан аумағы үстіндегі парниктік газдармен инфрақызыл сәулеленудің жұтылу процесінің ерекшеліктері зерттелген. Сәулеленудің жұтылуы көлемді коэффициентінің есептелген тік пішіндерінің ендікке байланысты қалыпты үлестірілімінен ауытқуы алынған.*

УДК 551.5.539.215.2 (262.83)

Канд. геогр. наук	Н.У. Бултеков *
Канд. физ.-мат. наук	О.Е. Семенов *
	А.П. Шапов *

**ДИСПЕРСНЫЙ И СОЛЕВОЙ СОСТАВ ДОННЫХ АЛЕВРИТОВЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ ОСУШЕННОЙ ЧАСТИ ДНА БОЛЬШОГО АРАЛА**  
*ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, АЛЕВРИТОВЫЕ ОТЛОЖЕ-  
НИЯ, ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ОСУШЕННОЕ ДНО АРАЛЬСКОГО  
МОРЯ*

*Для определения дисперсного и химического состава алевритовых отложений на дне Арала проведена экспедиция. Выполнены два маршрута, отобраны 9 образцов грунта из поверхностного 5 см слоя и из слоя 0...20 см. Анализ полученных материалов показал, что пески подвижных барханов имеют логарифмически нормальное распределение со средним геометрическим размером частиц 90...128 мкм. Часть алевритовых отложений также имеет логарифмически нормальное распределение, другие необходимо описывать композицией двух функций. Средний геометрический размер этих частиц от 5 до 12 мкм. Засоленность почв составила от 4 до 6,5 %.*

Мощным источником поступления аэрозолей в атмосферу вот уже на протяжении около сорока лет являются осушенные части дна Аральского моря. Процессы дефляции в настоящее время широко распространены на всей территории осушки. Эоловая переработка поверхности охватывает в пределах бывшей береговой области Аральского моря практически все площади, занятые песчаными отложениями. Эти процессы активны на всем протяжении восточного побережья Большого моря – от Казалинской дельты Сырдарьи до дельты Амударьи. На территории дна моря можно условно выделить две зоны. Это зона бывших лагун, ограниченная с востока бывшей береговой линией, с запада – полосой островов и баров, протянувшейся от дельты Сырдарьи до острова Узункаир, и далее включающую в себя Акпеткинский архипелаг. Территория сложена, главным образом, барханными и барханно-грядовыми песками с высотой барханов и гряд 1...2 м, а также супесчаными поверхностями. Начало их образования относится к 1980 году. Пески в различной степени закрепле-

\* КазНИИЭК, г. Алматы

ны растительностью. Осушка этих территорий произошла до 1990 г. Дисперсный состав песков, геоморфология и песчаные бури в этом районе достаточно хорошо изучены [4, 7, 8].

Вторая зона, заостровная, расположена на запад от первой зоны и занимает территорию, ограниченную с запада полосой островов и баров, а с востока – современной береговой линией водоемов Большого Арала. Следует отметить, что площадь зоны не постоянна и сильно зависит от площади водоемов, имеющих большую годовую и сезонную изменчивость. Поверхность территории сложена на востоке песчаными отложениями, на западе они постепенно сменяются алевритами и пелитами, сформировавшимися на бывших илистых донных отложениях. Значительные площади здесь занимают солончаки.

В заостровной части исследований характеристик поверхности и дисперсного состава практически не проводилось. Лишь во время выполнения вертолетных маршрутов в 1989 и 1990 гг. было отобрано несколько образцов для проведения дисперсного анализа с поверхности подвижных песков, образовавшихся на плоской поверхности песчано-алевритовых отложений. Для функции распределения частиц по размерам у этих образцов характерна положительная асимметрия, обусловленная значительным количеством пылевой фракции. Наблюдается закономерное уменьшение среднего геометрического размера частиц в южном направлении – от 110 мкм южнее дельты Сырдарьи, до 93 мкм восточнее бывшего о. Узункаир [8]. Из исследований выполненных после 1990 г. отметим работу [9], в которой приведены почвенные и ландшафтные данные исследований. Данные о дисперсном составе отложений не приведены.

В пределы зон источников современных пыльных бурь входят участки алевритовых отложений с размерами частиц 5...100 мкм, массивы мелкозернистых песков со средним геометрическим размером частиц  $\leq 100$  мкм и солончаки. Размеры частиц на пухлых солончаках Восточного Приаралья, по данным Орловой [6], составляют от 2,5 мкм до 25 мкм.

Из геологической литературы известно [1-3], что алевриты представляют собой тонкозернистые пылеватые породы с частицами размером от 100 до 10 мкм (0,1...0,01 мм). Отложения алевритов располагаются на большем удалении от береговой линии бассейна, окаймляя со стороны открытого моря область развития песчаных осадков. Обе эти субформации соответствуют мелководной зоне шельфа. Следует иметь в виду, что наряду с дифференциацией

на поверхности дна водоема происходит и смешивание осадочного материала (интеграция), поступающего из разных источников сноса. Между песчаными и алевритовыми отложениями, алевритовыми и глинистыми илами переход постепенный, что приводит к образованию переходных смешанных субформаций – песчано-алевритовой, алеврито-пелитовой. Относительно чистые разности с содержанием алевритовой фракции (0,10...0,01 мм) 90 % и более наблюдаются сравнительно редко. В большинстве случаев отмечаются многочисленные вариации количественных соотношений алевритовой фракции с песчаными и пелитовыми фракциями. Поэтому по гранулометрическому составу алевриты, как правило, разнообразны.

С целью определения дисперсного и химического состава алевритовых отложений подготовлены и проведены экспедиционные исследования на дне Арала. Экспедиция сотрудников КазНИИЭК работала с 17 по 31 мая 2012 года. Эти работы проводились на территории Барсакельмесского природного заповедника западнее и южнее песчаной поверхности донных отложений бывшего о. Каскакулан. Было получено разрешение на экспедиционные работы на территории заповедника и создания базового лагеря на бывшем о. Каскакулан. Выполнены два маршрута для отбора грунтов на анализ дисперсного и химического состава, а так же описания местности.

Первый – от поселка Каратерень до бывшего о. Каскакулан, где был создан базовый лагерь, и далее, пересекая зону золотых песков, в направлении на бывший остров-заповедник Барсакельмес с возвратом на о. Каскакулан. По этому, северному, маршруту удалось пройти песчаные донные отложения и достичь поверхности алевритовых отложений с координатами  $\varphi = 45^{\circ}49'58''$  и  $\lambda = 60^{\circ}52'27''$ . Отобраны образцы алевритовых отложений с описанием геоморфологии мест их взятия, фотоснимками ландшафтов. Удаление от острова около 14 км. Дальнейшее продвижение на запад было остановлено барханной грядой, закрепленной высоким и плотно расположенным кустарником. Выполнен почвенный разрез донных алевритовых поверхностей.

Второй, южный, вариант – от о. Каскакулан на юг, пересекая зону золотых песков. По южному маршруту была достигнута точка с координатами  $\varphi = 45^{\circ}36'07''$  и  $\lambda = 60^{\circ}55'09''$ . Дальнейшее продвижение на запад через подвижные пески оказалось невозможным.

На обоих маршрутах были определены участки, характерные для вновь образовавшейся суши. Это бывшие илистые поверхности, представ-

ленные алевритами и алевропелитами. Координаты и характеристика места отбора проб приведены в табл. 1. Были отобраны 9 образцов грунта из поверхностного 5 см слоя методом конверта для исследования дисперсного состава, и из слоя 0...20 см – грунт для определения состава и содержания солей (рис. 1 – 3). Ниже приводятся результаты анализа механического состава донных отложений и содержания растворимых солей в грунте (табл. 2 – 4). Анализы выполнены в Институте почвоведения МОН РК.

Таблица 1

Координаты и характеристика места отбора проб на высохшем дне Аральского моря

Проба	Координаты	Характеристика места отбора пробы
1	$\varphi = 45^{\circ}39'16,38''$ $\lambda = 60^{\circ}57'23,14''$	<p><b>23.05.2012 г. (Рис. 1)</b>            Подвижные пески юго-западнее бывшего о. Каскакулан. Высота барханов 0,5...1 м. На поверхности редкие кусты саксаула высотой 0,5...2 м. Поверхность подвержена интенсивной дефляции. Глубина дефляции (определено относительно останцов водорослей зостера марина) составляет 0,7 м.</p>
2	$\varphi = 45^{\circ}40'16,18''$ $\lambda = 60^{\circ}52'21,27''$	<p><b>24.05.2012 г.</b>            Высохшее дно Большого Арала западнее бывшего о. Каскакулан. Подвижные барханно-рядовые пески с редкими кустами саксаула и участками занятыми сарсазаном, площадь проективного покрытия около 20 % песок с ракушечниками, высота барханов – 2,5...3 м.</p>
3	$\varphi = 45^{\circ}40'16,18''$ $\lambda = 60^{\circ}52'21,27''$	<p><b>24.05.2012 г.</b>            Высохшее дно Большого Арала западнее бывшего о. Каскакулан. Проба взята с супесчаной солончаковой поверхности в межбарханном понижении.</p>
4	$\varphi = 45^{\circ}40'16,18''$ $\lambda = 60^{\circ}52'21,27''$	<p><b>24.05.2012 г. (Рис. 2)</b>            Высохшее дно Большого Арала западнее бывшего о. Каскакулан. Проба взята с высохшей пелито-алевритовой поверхности.</p>

Проба	Координаты	Характеристика места отбора пробы
5	$\varphi = 45^{\circ}39'16,23''$ $\lambda = 60^{\circ}53'21,30''$	<p>Высохшее дно Большого Арала западнее бывшего о. Каскакулан. Песок мелкий, высота барханов 1...1,5 м.</p> <p><b>24.05.2012 г.</b></p>
6	$\varphi = 45^{\circ}39'16,23''$ $\lambda = 60^{\circ}53'21,30''$	<p>Высохшее дно Большого Арала западнее бывшего о. Каскакулан. Проба взята из 3-х см слоя, пелитовые отложения, верхний слой супесь, слоистая структура со следами оглеения светло-серого и желтовато-коричневого цвета. Увлажнение наблюдается с глубины 2 см. 0...13 см – каштановый цвет; 13...25 см – светло-каштановый цвет; Ниже цвет серый.</p> <p><b>24.05.2012 г.</b></p>
7	$\varphi = 45^{\circ}39'16,43''$ $\lambda = 60^{\circ}53'21,49''$	<p>Высохшее дно Большого Арала западнее бывшего о. Каскакулан. Проба отобрана из отложения алеврита на глубине 0...3 см. Место ровное, окружающие барханы закреплены селитрянкой, слой дефляции достигает 30 см (по остаткам водорослей зостера марина). 0...9 см алевритопелит, отложение мелкослоистое, серого цвета. 9...24 см глина плотная, серо-коричневого цвета. Глубже – песок светло-желтого цвета, средний.</p> <p><b>24.05.2012 г. (Рис. 3)</b></p>
8	$\varphi = 45^{\circ}39'16,43''$ $\lambda = 60^{\circ}53'21,49''$	<p>Высохшее дно Большого Арала западнее бывшего о. Каскакулан. Солончак белый, пухлый. Образец отобран в слое 0...1 см. Почва влажная. Поверхность пологоволнистая. Окружающие солончак барханы закреплены селитрянкой.</p> <p><b>24.05.2012 г.</b></p>
9	$\varphi = 45^{\circ}40'16,50''$ $\lambda = 60^{\circ}54'22,32''$	<p>Высохшее дно Большого Арала западнее бывшего о. Каскакулан. Полоса бывших баров. Хорошо закрепленная поверхность, проба взята на незакрепленном участке поверхности. Высота барханов достигает 5 м, наблюдаются отдельные участки подверженные дефляции. Полоса баровой гряды имеет ширину 40...60 м.</p>



*Рис. 1. Место отбора пробы №1. Слева останцы водорослей зостера марина, по которым определялась глубина дефляции*



*Рис. 2. Место отбора пробы №4. Высохшая пелито-алевритовая поверхность солончака.*



*Рис. 3. Место отбора пробы №8. Солончак.*



Таблица 2

Результаты ситового анализа образцов песка, отобранных на массивах осушенной части дна Аральского моря в 2012 г.

Номер пробы	Доля частиц, размером меньше $x$ (мкм), в %										Параметры логарифмически нормального распределения	
	50	73	100	140	200	250	315	400	500	1000	$x_0$ , мкм	$\sigma_{\lg x}$
1	1,3	3,6	7,0	12,4	23,5	37,5	58,0	79,1	91,2	99,9	128	0,15
2	2,0	5,4	10,4	18,3	31,4	44,7	62,7	80,8	91,4	99,9	90	0,12
5	4,0	10,8	20,9	36,1	54,9	66,5	77,0	85,9	91,8	99,9	90	0,10
9	2,7	7,2	13,9	24,2	39,2	51,9	67,5	82,5	91,5	99,9	154	0,14

Таблица 3

Результаты механического анализа образцов почвы, отобранных на массивах осушенной части дна Аральского моря в 2012г.

Номер пробы	Доля частиц, размером меньше $x$ (мкм), в %						Параметры логарифмически нормального распределения	
	1	5	10	50	250	1000	$x_0$ , мкм	$\sigma_{\lg x}$
3	8,5	13,3	16,2	45,7	98,0	99,9	не определены	
4	9,3	17,8	21,1	43,3	97,5	99,9	не определены	
6	19,9	46,1	65,2	96,8	99,0	99,9	5	0,71
7	17,9	40,2	54,0	95,4	98,9	99,9	5,5	0,67
8	12,7	31,6	45,2	76,4	93,0	99,9	12,3	0,87

Таблица 4

Результаты химических анализов водной вытяжки из образцов почвы, отобранных на высохшем дне Большого Арала в 2012 г.

Номер пробы	Сумма солей в %	Единица измерения	Щелочность		Cl'	O'' <sub>4</sub>	Ca''	Mg''	Сумма		Na'	K'
			Общая в HCO <sub>3</sub> '	От нормальных карбонатов в HCO <sub>3</sub> '					анионов	катионов		
3	4,0	%	0,02	0,00	1,66	0,98	0,22	0,18			0,93	0,04
		$\frac{мг}{экв}$	0,25	0,07	46,7	20,5	11,0	14,7	47,0	67,4	40,6	1,10
4	0,47	%	0,02	нет	0,03	0,28	0,09	0,02			0,91	0,26
		$\frac{мг}{экв}$	0,28		0,85	5,92	4,40	1,48	1,13	7,05	1,31	0,06

Номер пробы	Сумма солей в %	Единица измерения	Щелочность		Cl'	O'' <sub>4</sub>	Ca''	Mg''	Сумма		Na'	K'
			Общая в HCO <sub>3</sub> '	От нормальных карбонатов в HCO <sub>3</sub> '					анионов	катионов		
6	5,91	%	0,02	нет	2,48	1,43	0,27	0,34			1,31	0,06
		$\frac{MГ}{ЭКВ}$	0,28		70,0	29,8	13,5	28,2	70,3	100,1	57,0	1,46
7	0,60	%	0,02	нет	0,128	0,25	0,03	0,01			0,14	0,01
		$\frac{MГ}{ЭКВ}$	0,33		3,61	5,21	1,70	0,99	3,94	9,15	6,26	0,20
8	6,42	%	0,02	0,00	2,346	1,85	0,29	0,21			1,64	0,07
		$\frac{MГ}{ЭКВ}$	0,25	0,07	66,16	38,6	14,7	17,2	66,4	105,0	71,3	1,77

По данным ситового и механического анализа для всех отобранных образцов в программе Origin были построены эмпирические интегральные кривые распределения частиц по размерам, вычислены параметры функции логнормального распределения частиц по размерам, три из них приведены на рис. 4 – 6 (табл. 5). Для образцов 3 и 4 параметры функции не были определены, так как эти образцы представляют собой суперпозицию двух различных распределений.

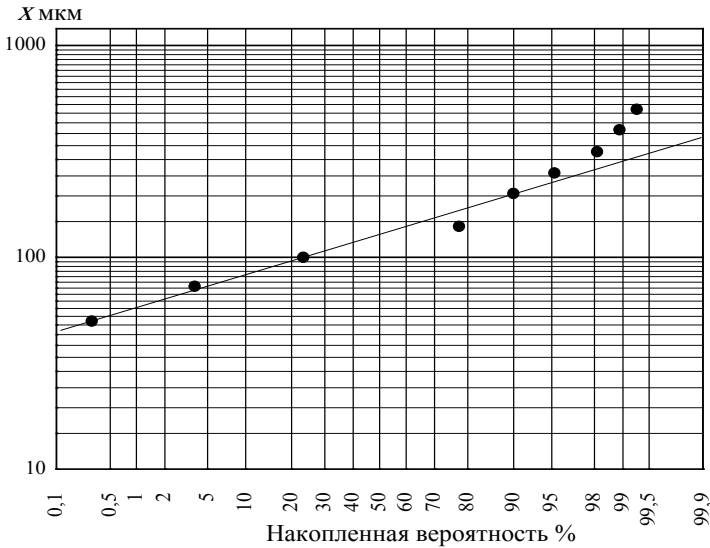


Рис. 4. Эмпирическая интегральная кривая распределения частиц песка по размерам, образец №1.

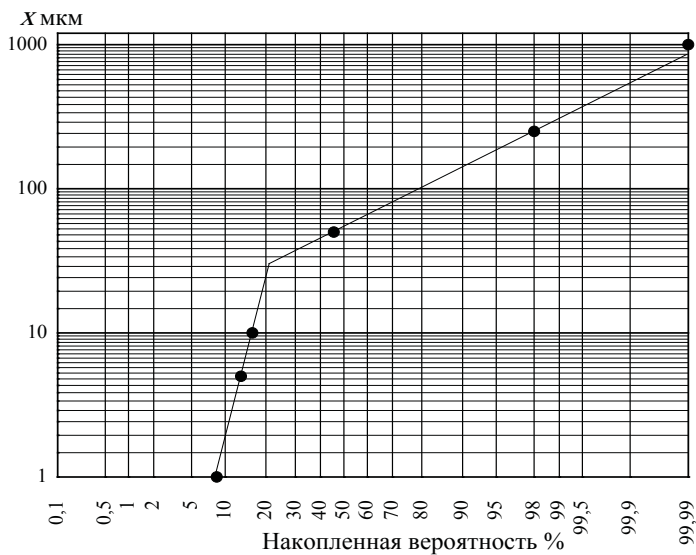


Рис. 5. Эмпирическая интегральная кривая распределения алевритовых частиц по размерам, образец №3. Композиция из двух функций распределения.

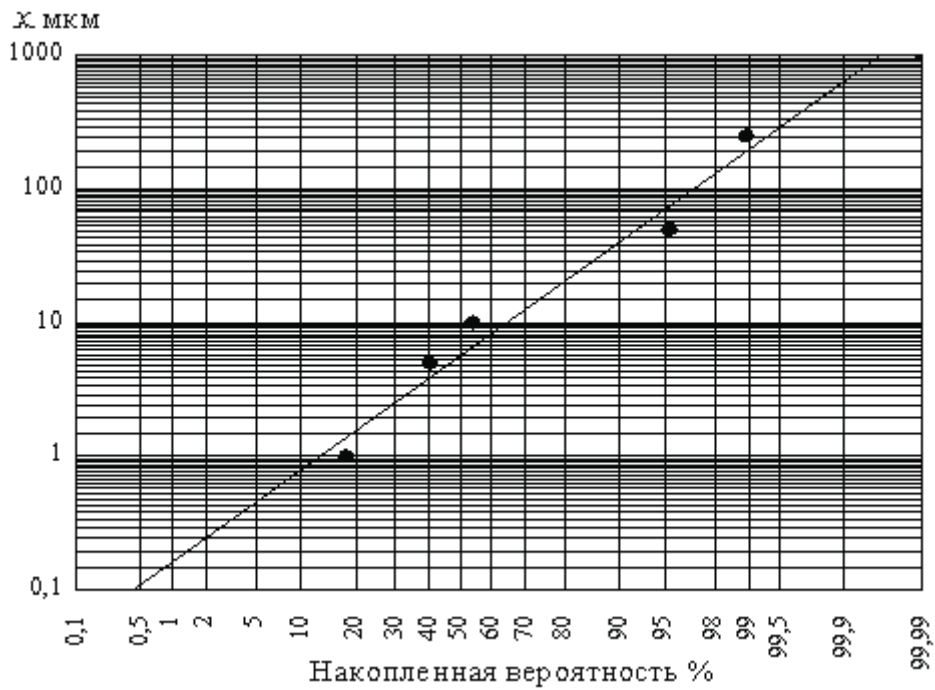


Рис. 6. Эмпирическая интегральная кривая распределения алевритовых частиц по размерам, образец №7.

Таблица 5

Параметры функции логнормального распределения частиц по размерам

Номер образца	Место взятия образца		Параметры логнормального распределения	
			$x_0$ , мкм	$\sigma_{\lg x}$
1	$\varphi = 45^\circ 39' 16,38''$	$\lambda = 60^\circ 57' 23,14''$	128	0,15
2	$\varphi = 45^\circ 40' 16,18''$	$\lambda = 60^\circ 52' 21,27''$	90	0,12
3	$\varphi = 45^\circ 40' 16,18''$	$\lambda = 60^\circ 52' 21,27''$	не определены	
4	$\varphi = 45^\circ 40' 16,18''$	$\lambda = 60^\circ 52' 21,27''$	не определены	
5	$\varphi = 45^\circ 39' 16,23''$	$\lambda = 60^\circ 53' 21,30''$	90	0,10
6	$\varphi = 45^\circ 39' 16,23''$	$\lambda = 60^\circ 53' 21,30''$	5	0,71
7	$\varphi = 45^\circ 39' 16,43''$	$\lambda = 60^\circ 53' 21,49''$	5,5	0,67
8	$\varphi = 45^\circ 39' 16,43''$	$\lambda = 60^\circ 53' 21,49''$	12,3	0,87
9	$\varphi = 45^\circ 40' 16,50''$	$\lambda = 60^\circ 54' 22,32''$	154	0,14
10	$\varphi = 45^\circ 03' 01,59''$	$\lambda = 69^\circ 45' 18,12''$	96	0,08

Анализ полученных материалов показывает, что пески подвижных барханов имеют логарифмически нормальное распределение со средним геометрическим размером частиц 90...128 мкм. Песок с такой функцией распределения является наиболее подвижным. Образец №9 отобран в полосе бывших баров,  $x_0$  здесь равно 154 мкм. Эти пески относятся к малоподвижным.

Алевритовые и пелитовые поверхности представляют собой слабосвязанные грунты со средним геометрическим размером 5...15 мкм. Эти поверхности подвержены корразии, т.е. дефляции под воздействием бомбардировки частицами песка с окружающих барханов. Засоленность для образцов почвы 3, 6 и 8 составила от 4 до 6,5 %. Такие почвы относятся к солончакам.

В будущем необходимо дальнейшее проведение экспедиционных исследований дисперсного состава алевритов, в виду неопределенности полученных нами результатов вычислений выноса массы частиц во время сильной пыльной бури 5 мая 2007 г., при априорном задании функции распределений частиц по размерам источника выноса аэрозоля [5]. Как видим, перед исследователями стоят очень сложные задачи, для решения которых потребуется значительное время и вложение больших инвестиций в проекты научных исследований [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахлестина Е.Ф., Малышев В.В., Иванов А.В. Нефтегазаносная терригенная формация палеогена юго-востока Русской плиты // Геология нефти и газа. – 2001. – № 4. – 9 с.

2. Геологический словарь: в 2-х томах / Под ред. К.Н. Паффенгольца – М.: Недра, 1978. – Т. 1 (А – М). – 486 с.
3. Геологический словарь: в 2-х томах / Под ред. К.Н. Паффенгольца – М.: Недра, 1978. – Т. 1 (Н – Я). – 446 с.
4. Гидрометеорологические проблемы Приаралья. / Под ред. Г.Н. Чичасова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 276 с.
5. Каипов И.В., Семенов О.Е., Чередниченко А.В., Шапов А.П. Оценка выноса массы алевритовых частиц с осушенного дна Большого Арала с использованием данных дистанционного спутникового зондирования и мезомасштабной гидродинамической модели // Гидрометеорология и экология. – 2012. – № 1. – С. 7 – 40.
6. Орлова М.А. Роль эолового фактора в солевом режиме территорий. – Алма-Ата: изд-во «Наука КазССР», 1983. – 230 с.
7. Семенов О.Е. Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь. – Алматы: «ИП Волкова Е.В.», 2011. – 580 с.
8. Семенов О.Е., Шапов А.П. Геоморфологические условия развития дефляционных процессов и дисперсный состав песков Восточного Приаралья // Гидрометеорология и экология. – 1995. – № 4 – С. 76 – 98.
9. Томина Т.К. Почвы обсохшего дна Аральского моря // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 1 – С. 60 – 75.

Поступила 05.11.2012

Геогр. ғылымд. канд.	Н.У. Бултеков
Физ.-мат. ғылымд. канд.	О.Е. Семенов
	А.П. Шапов

## **ҮЛКЕН АРАЛДЫҢ КЕПКЕН БӨЛІГІНІҢ ТҮПКІ АЛЕВРИТТІ ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ДИСПЕРСИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТҰЗДЫҚ ҚҰРАМЫ**

*Аралдың түбіндегі алевритті шөгінділердің дисперсиялық және химиялық құрамын анықтау үшін экспедициялық жұмыстар жүргізілді. Жұмыстар 2 марирутта орындалды, жер бетінің 5 см қабатынан және 0...20 см қабаттарынан топырақтың 9 үлгісі алынды. Алынған материалдарды талдау нәтижесі бөліктерінің геометриялық орташа көлемі 90...128 мкм болатын барқандар логарифмді қалыпты түрде таралатындығын көрсетті. Сонымен қатар, алевритті шөгінділердің қандай да бір бөлігі логарифмді қалыпты таралады, ал қалғандарын екі функцияның үйлесімділігімен сипаттау керек. Бұл бөліктердің геометриялық орташа көлемі 5 до 12 мкм құрайды. Құмдардың тұздану көрсеткіші 4 до 6,5 % аралығында.*

УДК 528.88(15):502.5:504.61

Канд. геогр. наук	Л. Лебедь*
	М.Ибрагимов*
	З. Токпаев*
Доктор геогр. наук	А.Чередниченко*
	Т.Шестакова*
	Е. Царева*
Ph.D.	Ф. Хейлман**
Профессор	Дж. Чи***
	С. Хаген****

**ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО  
ПОКРОВА ПАСТБИЩНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИБАЛХАШЬЯ НА БАЗЕ  
КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

*ПРИРОДНЫЕ ЛАНШАФТЫ, ПАСТБИЩНЫЕ ЗЕМЛИ, РАСТИТЕЛЬ-  
НЫЙ ПОКРОВ, АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА, ОЦЕНКА, СПУТНИ-  
КОВЫЙ МОНИТОРИНГ, ПРИБАЛХАШЬЕ*

*Экологические исследования пастбищных земель Прибалхашья, выполненные на базе цифровой информации современных космических систем TERRA-MODIS и LANDSAT, позволили выявить общие тенденции деградации/восстановления растительного покрова за 2001...2008 гг., связанные с изменением антропогенных нагрузок в условиях резкого изменения природопользования и социально-экономических показателей. Полученные в результате исследования величины сезонного покрытия почвы растительностью могут пополнить информационную базу экологических показателей, используемых в процессе мониторинга сельскохозяйственных земель на территории Казахстана.*

\* КазНИИЭК, Алматы

\*\* США, Юго-восточный Центр исследования водных ресурсов МСХ, Тусон, штат Аризона

\*\*\* США, Университет штата Мичиган, Ист Лансинг, Мичиган

\*\*\*\* США, ЛК. Геоизыскания, Дурган, штат Нью Гемпшир

## Введение

Для Прибалхашья, а также других экологически неблагополучных природных регионов Казахстана, последнее 50-летие характеризуется как период антропогенной «нарушенности» территории на фоне потепления климата и усиления аридизации [1, 14]. Антропогенная составляющая динамики природных ландшафтов, в первую очередь растительного покрова, тесно связана с экономическими показателями производства, включая сельское хозяйство, энергетику, водопользование и другие отрасли. Во второй половине прошлого столетия на пастбищах Прибалхашья отмечались максимальные нагрузки скота, численность которого на 1990 год достигала 9,7 млн. в условных головах овец (табл. 1). Это явилось причиной повсеместной дигрессии пастбищных земель, которой было охвачено более 60 % от их площади [2, 11, 14]. В результате резкого сокращения количества скота в середине 90-ых годов неиспользованная часть пастбищ была выведена в земли запаса, что должно было способствовать частичному восстановлению естественной растительности. Вместе с тем, несмотря на уменьшение поголовья скота, на используемых в настоящее время пастбищах ряд исследователей отмечают усиление деградации растительного покрова [2, 4, 8]. Это связано с неравномерным территориальным распределением животных, которые, в основном, сосредоточены вокруг населенных пунктов и редкой сети колодцев; отсутствием сезонных пастбищ и восстановительных мероприятий, другими причинами экономического и социального характера.

Таблица 1

Распределение земельного фонда и нагрузка скота на пастбища в Прибалхашье (Алматинская область), 1990...2010 гг.

Показатель	Год		
	1990	2001	2010
Общая земельная площадь, тыс. га	22394,7	22394,7	22392,4
Сельскохозяйственные угодья, тыс. га	-	16420,5	-
Площадь пастбищ, всего, тыс. га	14709,4	-	14724,8
Площадь используемых пастбищ, тыс. га	-	-	6111,6
Площадь засеянной пашни, тыс. га	1577,1	792,2	1049,3
в т. ч. орошаемой пашни, тыс. га	-	-	419,4
Залежь, тыс. га	-	-	127,1
Площадь сенокосов, тыс. га	-	467,8	470,7
Количество КРС, тыс. голов	348,2	279,1	807,2
Количество МРС, тыс. голов	6487,5	2233,2	2983,8
Количество лошадей, тыс. голов	219,3	161,5	225,5
Количество верблюдов, тыс. голов	8,9	3,7	6,2
Всего скота в условных головах овец, тыс. голов	9663,0	4665,0	8480,0

Из антропогенных факторов существенное влияние на влагообеспеченность растительности в пойме р. Или, главной водной артерии Прибалхашья, оказало зарегулирование ее стока Капчагайским гидроузлом в 70-ые годы прошлого столетия [1, 14]. В поймах р. Или, Каратал, Аксу, Лепсы, в связи с изъятием воды на ирригацию, продуктивность луговых травостоев заметно снизилась за последние десятилетия, уменьшились площади пойменных лесов-тугаев, ухудшились условия грунтового увлажнения пустынных саксауловых лесов на древнедельтовых равнинах. Существенно пострадали саксауловые и тугайные леса вследствие интенсивного использования их на топливо и частыми пожарами.

Предлагаемые в Казахстане мероприятия по улучшению экологического состояния и устойчивому управлению пастбищными землями [2, 8, 14] должны обязательно включать подсистему их регулярного мониторинга, который на больших территориях реально осуществлять на базе космической и наземной информации. В статье представлены отдельные результаты антропогенных изменений растительного покрова пастбищных земель на территории Прибалхашья в пост кризисный период 2001...2008 гг., на который пришлась стабилизация и начало роста экономических показателей в сельскохозяйственном и других секторах производства.

### **Объект исследований**

Исследования пастбищных земель выполнялись в Прибалхашье в административных границах Алматинской области с площадью территории 22 392,4 тыс. га, из которой исключены водная поверхность и горные районы с высотами 1000...1200 м и более. Территория исследования представлена пустынными, интразональными и горными (предгорными) экосистемами и агроэкосистемами. Распределение земельного фонда по категориям пользования представлено в табл. 1. Общая площадь пастбищных земель составляет 87 % от общей площади сельскохозяйственных угодий, с вкрапленными лугами (сенокосами) на площади 470 тыс. га и пахотными землями на площади 1049,3 тыс. га, включая 419 тыс. га орошаемых. В последние годы часть пастбищных земель не использовалась под выпас скота, количество которого в этот период резко изменялось. Так, в 2010 году на 6 111,6 тыс. га пастбищ, составляющих около половины их общей площади, выпасалось 807,2 тысяч голов крупного скота, что в 2,6 раза больше по сравнению с 1990 годом. Кроме того, на этих же пастбищах размещалось 2 983,8 тыс. голов мелкого скота, 225,5 тысяч лошадей и 6,2 тысяч голов верблюдов.



Исследование динамики растительного покрова на пастбищных землях выполнялось на основе ландшафтно-геоботанической карты, полученной авторами на территорию Прибалхашья (рис. 1). Для ее построения использовались материалы геоботанических и географических исследований за более ранние годы [3, 7, 9, 10], полевых наблюдений за 2006...2008 гг. и космические снимки современного состояния земель [23]. Всего на равнинной территории Прибалхашья было выделено 209 ландшафтных единиц. Каждый из ландшафтов представлен укрупненными типами растительности, объединенных системно по сходству видового состава, почв, мезорельефа, а также по характеру хозяйственного использования [13]. В зональном аспекте растительность представлена полукустарничково-полынно-солянковыми типами на бурых и серо-бурых почвах межсочных равнин; полукустарничково-полынными с саксаулом на такыровидных засоленных суглинистых почвах и разнотравно-кустарниковыми с саксаулом на супесчаных и песчаных почвах и песках аллювиально-проллювиальных равнин; разнотравно-злаковые на лугово-бурых и лугово-болотных почвах в долинах и поймах рек; эфемероидно-полынно-злаковыми на сероземах денудационных равнин и злаково-полынными на светлокаштановых почвах увалистого предгорья и низкогорья.

### **Методические подходы**

Динамика растительного покрова на интенсивно используемых пастбищных землях, обусловлена в первую очередь антропогенным влиянием и природными условиями. С антропогенными факторами, а также природными составляющими, такими как геоморфология, почва и климат, связаны условно необратимые и малозаметные изменения растительности. Более заметные, обратимые изменения (сезонные флюктуации) вызваны сезонной погодой.

Ранее выполненные в Прибалхашье исследования показали, что вследствие потепления климата и усиления сухости территории наблюдается ксерофитизация пастбищной растительности и увеличение обилия эфемеровых (коротковегетирующих видов). При повышении годовых температур на величину до 3,0...4,0 °С, может заметно снизиться биологическая продуктивность коренных видов с преждевременным завершением фенологических фаз развития и ограничением условий для плодоношения и восстановления растительности [20].

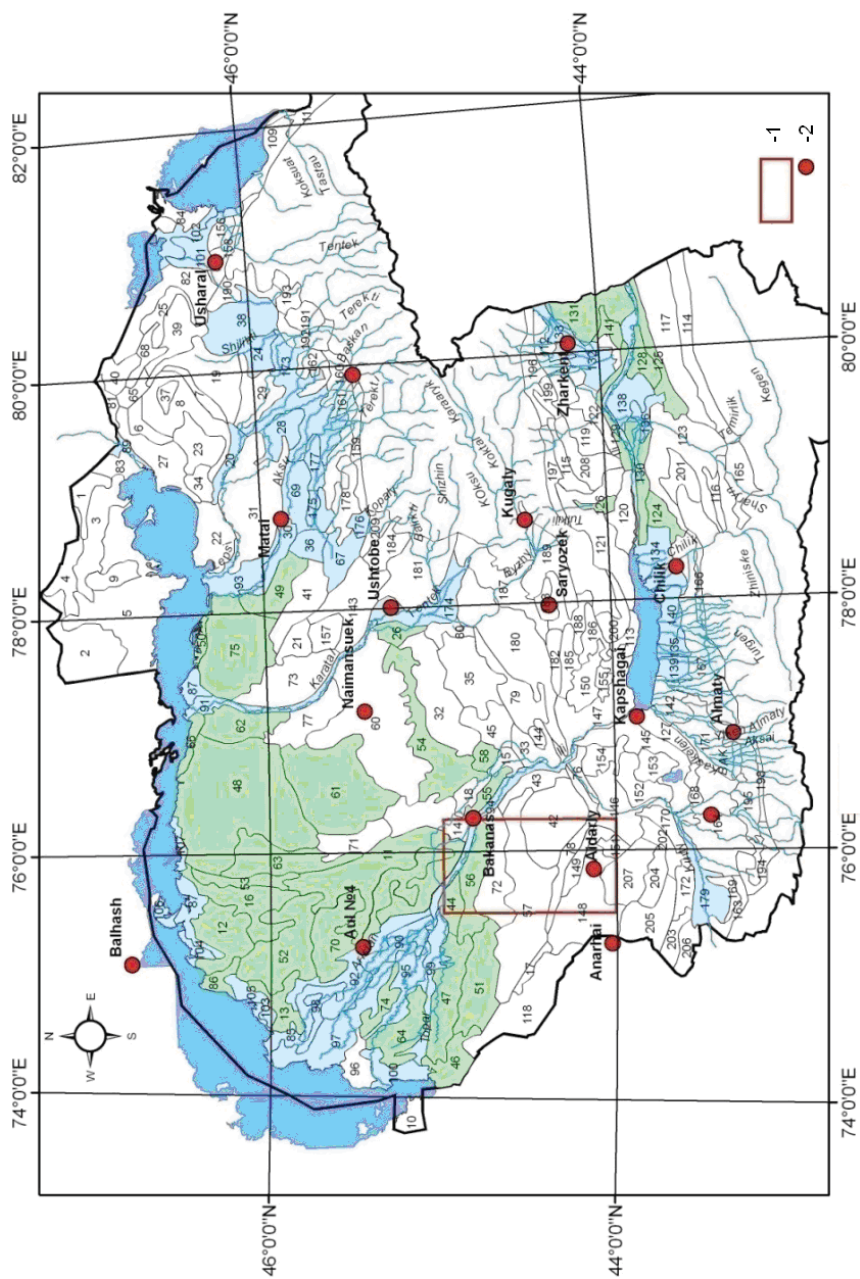


Рис. 1. Ландшафтно-геоботаническая карта Прибалхашья (Алтайская область, равнина), М: 2 500 1000.  
 1 – полигон «Южный»; 2 – метеостанции; 1....209 – номера территориальных выделов (ландшафтов).

В ряде работ, включая работы выполняемые на территории Прибалхашья, было установлено, что такие характеристики растительного покрова, как величина проективного покрытия почвы растительностью, надземная биомасса, количество накопленного растениями хлорофилла и другие, имеют тесную корреляцию с спектральными индексами растительности (*NDVI*, *IVC*, *VCI*, *IVCI*, *SATVI* и др.), которые рассчитываются на базе цифровых спутниковых данных [5, 12, 15, 21]. Также для оценки динамики растительности, под воздействием сезонных изменений погоды в регионе, использовался индекс *NDVI*, рассчитываемый по данным *TERRA-MODIS* [12, 21], и индекс *VCI*, получаемый по данным *NOAA-AVHRR* [15].

В настоящей работе для оценки динамики растительного покрова под воздействием антропогенных факторов применялся спектральный индекс *SATVI* и количественно связанная с ним величина проективного покрытия почвы растительностью (*CV*), как один из достаточно информативных показателей экологического состояния пастбищных земель. Индекс *SATVI*, в соответствии с методикой, ранее отработанной авторами на примере пастбищ Аризоны [17, 22], рассчитывался на базе спутниковых данных с использованием формулы:

$$SATVI = \frac{P_{IR} - P_R}{P_{IR} + R_R + L} (1 + I) - \frac{P_{SWIR}^2}{2}, \quad (1)$$

где  $P_{IR}$ ,  $P_{SWIR}^2$  и  $R_R$  – величина отраженной солнечной радиации в коротковолновом, среднем инфракрасном и красном каналах солнечного спектра, – альбедо почвы.

Для пастбищных земель Прибалхашья индекс *SATVI* и проективное покрытие почвы растительностью, сформированные в основном за счет зеленой биомассы, рассчитывались на уровне средних значений за вегетационный период растений по цифровым данным системы *TERRA-MODIS* с разрешением сигнала на местности 500 м [19]. В климатических условиях Казахстана начало вегетации растений на пастбищах весной и конец вегетации осенью совпадают с датами перехода температуры воздуха через 3...5 °С. Для получения *CV* строилась корреляционная зависимость  $CV = f(SATVI)$  на уровне экспериментальных участков с размерами ограниченными на местности 180 x 90 м которые были заложены авторами в вегетационный период 2006...2008 гг. на исследовательском полигоне «Южный» в Прибалха-

ше (рис. 1). Значения  $SATVI$  для этих участков рассчитывались по данным LANDSAT с разрешением сигнала на местности 30 м [18]. Полученная на исследовательском полигоне корреляционная зависимость  $CV = f(SATVI)$  подтверждалась коэффициентом детерминации равным 0,679 (рис. 2). Значения  $SATVI$ , вычисляемые по данным MODIS, предварительно преобразовывались в  $SATVI$ , вычисленные по данным LANDSAT. Для этого использовалась аналитическая зависимость, полученная для пастбищных земель штата Аризона [17], которая представлена в виде линейного уравнения:

$$SATVI_{Landsat} = 0,0021 + 0,760SATVI_{Modis} \quad (2)$$

Расчеты и картирование величин  $SATVI$  и  $CV$  на территорию Прибалхашья выполнялись на базе ландшафтно-геоботанической карты с расчетом средних величин для выделенных на ней ландшафтов (рис. 3, 4). Все природные ландшафты были условно разделены на четыре группы:

1. пастбищные с преобладанием в растительном покрове зональных видов и возможным участием (10 % и менее) иных группировок как луговые и саксаул, а также пашен с посевами сельскохозяйственных культур и залежных земель, всего 102 выдела;
2. пастбищные с участием в растительном покрове более 10 % луговых видов, всего выделов 32;
3. пастбищные с участием более 10 % саксаула, всего 35 выделов;
4. пастбищные с площадным участием более 10 % пашни, включая залежь, населенные пункты, сады – всего 22 выдела.

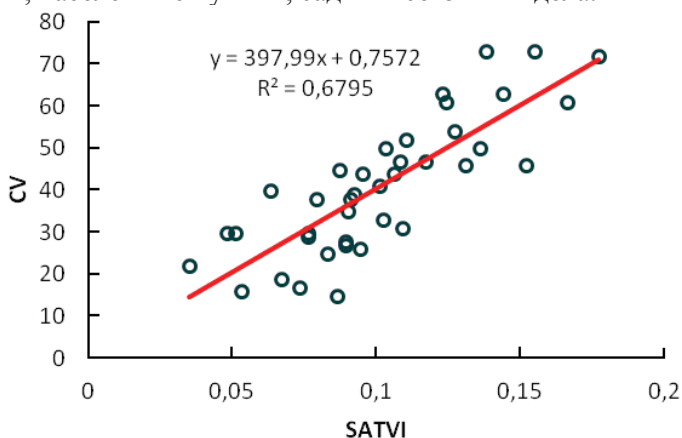


Рис. 2. Взаимосвязь между индексом  $SATVI$  и проективным покрытием почвы растительностью ( $CV$ , %), полученная по данным LANDSAT и результатов полевых наблюдений на исследовательском полигоне «Южный» в Прибалхашье. 2006...2008 гг.

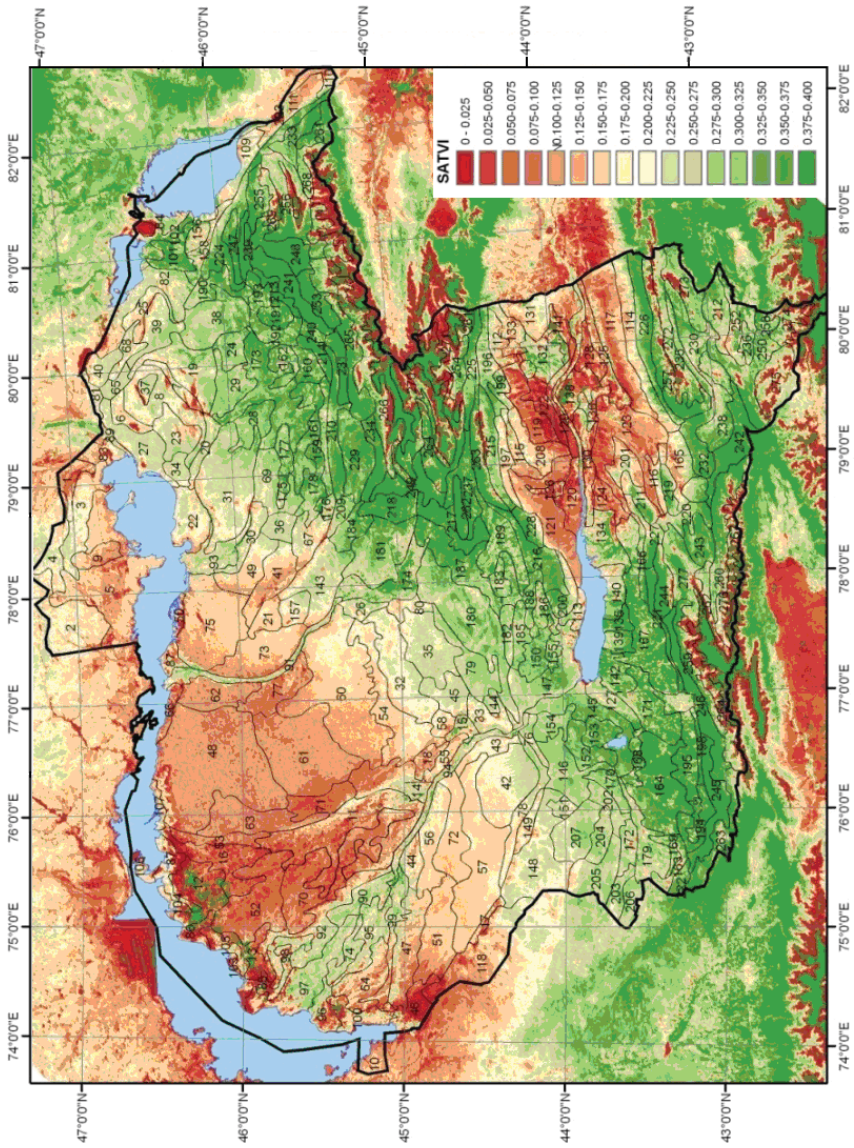


Рис. 3. Индекс SATVI, полученный по данным TERRA-MODIS для пастбищных земель Прибалтики в вегетационный период 2007 года.

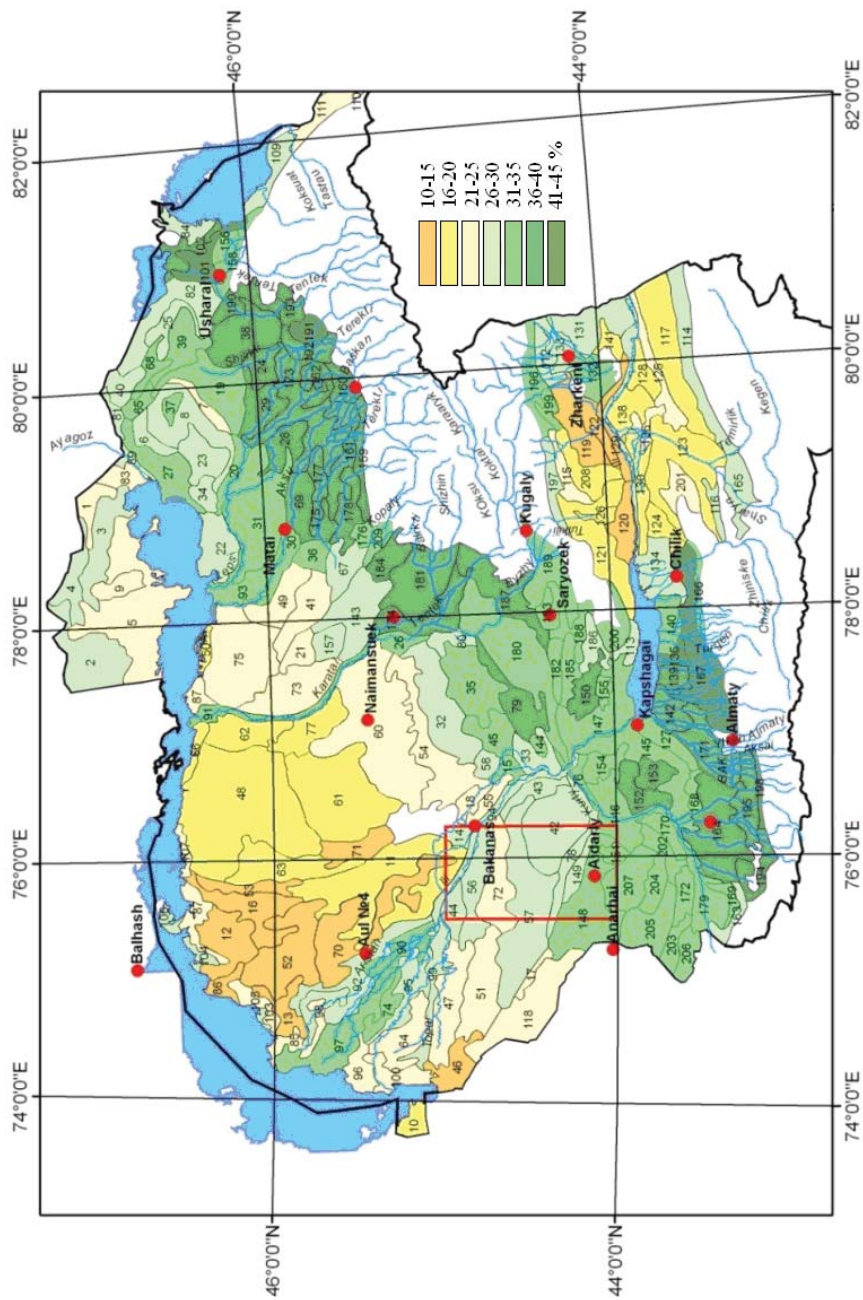


Рис. 4. Проективное покрытие почвы растительностью в Прибалхашье (Алтайская область) полученное по данным TERRA-MODIS в вегетационный период 2007 года.

В соответствии с условным разделением ландшафтов по группам, случаи с проективным покрытием почвы растительностью также разделились на соответствующие группы:  $CV_{\text{пастбища}}$ ,  $CV_{\text{пастбища+луга}}$ ,  $CV_{\text{пастбища+саксаул}}$  и  $CV_{\text{пастбища+пашня}}$ .

### Результаты исследования

При оценке динамики растительного покрова, обусловленной антропогенными факторами, важно выделить сезонные изменения, связанные с агрометеорологическими условиями местности, в первую очередь с годовыми атмосферными осадками ( $R$ ). Среднегодовые суммы осадков по данным метеорологических станций изменяются на исследуемой территории от 126 мм в пустыне до 626 мм в предгорье и низкогорье. Годовые осадки изменяются более чем в 1,5 раза на равнине и более чем 2 раза на всхолмленной равнине и низкогорью (рис. 5). Чтобы выявить тенденции в антропогенной динамике растительного покрова пастбищных ландшафтов, покрытых преимущественно зональной растительностью, были построены графические зависимости между проективным покрытием почвы растительностью и годовыми суммами осадков  $CV = f(R)$  за 2001...2002 гг. и отдельно за 2007...2008 гг. (рис. 6). В выборки, кроме ландшафтов с зональной растительностью, также включались ландшафты с участием пахотных земель. По агрометеорологическим условиям для роста и развития пастбищной растительности 2001 и 2008 годы условно можно характеризовать как сухие, а 2002 и 2007 годы как влажные.

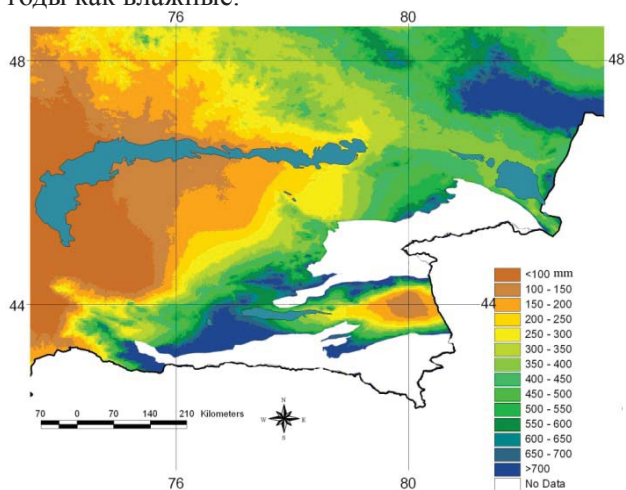


Рис. 5. Распределение атмосферных осадков на территории Прибалхашья в 2002 году.

Графические зависимости  $CV = f(R)$ , представленные на рис. 6, можно аппроксимировать аналитическими выражениями:

Рис. 6, кривая 1 (2001...2002 гг.)

$$CV = 12,155 \ln R - 39,595, \text{ при } R^2 = 0,698; \quad (3)$$

Рис. 6, кривая 2 (2007...2008 гг.)

$$CV = 14,504 \ln R - 49,583 \text{ при } R^2 = 0,672; \quad (4)$$

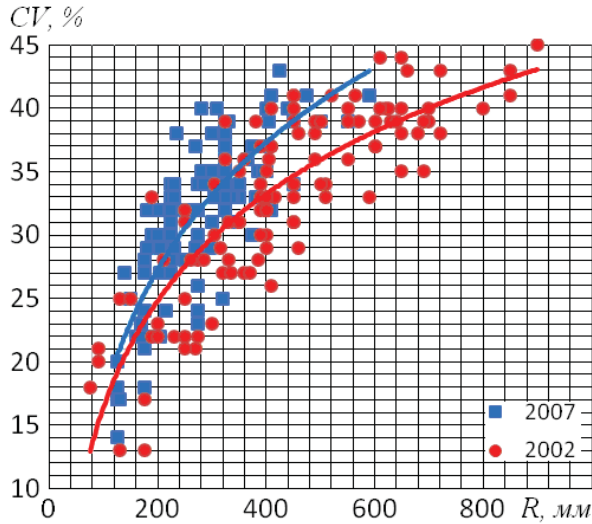


Рис. 6. Зависимость между проективным покрытием почвы растительностью ( $CV$ , %) и годовыми осадками ( $R$ , мм) для пастбищных ландшафтов с преобладанием зональной растительности (Алматинская область, исключая Илийскую долину) за 2001...2002гг. и 2007...2008гг.

Из анализа кривых зависимостей  $CV = f(R)$  представленных на рис. 6, видно, что кривая 1 (2007...2008 гг.) располагается на графике выше относительно кривой 2 (2001...2002 гг.). Величина превышения  $CV_{\text{пастбища}}$  за 2007...2008 гг. зависит от количества выпавших осадков: 1...3 % – на фоне осадков 100...250 мм, 3...5 % – 250...400 мм и более 5 % – осадков  $\geq 400$  мм. Для Илийской долины превышение  $CV_{\text{пастбища}}$  за 2007...2008 гг. составляло от 2 до 7 % при годовых осадках 200...700 мм. Следовательно, в период 2001...2008 гг. в Алматинской области на пастбищных землях сохранялась тенденция восстановления зональной растительности со среднегодовой скоростью увеличения сезонных величин проективного покрытия 0,5 %. Рассчитанная для Илейской долины среднегодовая скорость увеличения



$CV_{пастбища}$  составляла 0,6 %. Для ландшафтов с участием пахотных земель, в местах обеспеченных осадками  $\geq 400$  мм, скорость увеличения покрытия растительностью составляла в среднем 0,7 % в год.

С целью выявления тенденций изменения  $CV$  для саксауловых лесов на пастбищных землях рассчитывались разности между  $CV_{пастбища+саксаул}$  и  $CV_{пастбища}$  для 35 выделенных ландшафтов с участием в растительном покрове саксаула 10 % и более. Как видно в табл. 2, среднее в разности между  $CV_{пастбища+саксаул}$  и  $CV_{пастбища}$  изменялось от +2,7 % (участие саксаула 10...20 %) до -1,9 % (участие саксаула до 50 %) с колебаниями разностей от -8 % до +13 %. При этом наибольшее число ландшафтов с саксаулом приходилось на разность  $CV_{пастбища+саксаул}$  и  $CV_{пастбища}$  от 0 до -10 % для всех градаций участия саксаула в растительном покрове, что указывает на то, что проективное покрытие для большинства ландшафтов с саксаулом отмечалось ниже чем для безлесных ландшафтов. Полученные результаты наглядно демонстрируют продолжавшуюся в последнее десятилетие деградацию саксауловых лесов в Прибалхашье и медленное восстановление растительности нижнего яруса на лесных вырубках. Подтверждением этому служит информация МСХ РК об уменьшении площади саксауловых лесов в Казахстане за период с 2003...2010 гг. на 213,7 тысяч га. При этом отмечается, что современные саксауловые леса часто представлены порослями кусто-образной формы на месте уничтоженных деревьев [6].

Таблица 2

Распределение пастбищных ландшафтов в зависимости от участия саксаула в растительном покрове и проективного покрытия почвы растительностью и на территории Алматинской области в 2002 г.

Участие саксаула, %	Всего единиц ландшафтов	Разность между $CV_{пастбища+саксаул}$ и $CV_{пастбища}$ , %								
		среднее	max	min	> 10	6...10	1...5	0...-4	-5...-9	$\leq -10$
10...20	12	2,7	+8	-8	-	1	-	7	4	-
25...35	13	-0,2	+13	-10	1	1	3	5	2	1
40...55 (70)	10	-1,9	+9	-8	-	2	-	4	4	-
Итого	35				1	4	3	16	10	1

Аналогично для 32-х выделенных ландшафтов с участием луговой растительности оценивалась разность между  $CV_{пастбища+луга}$  и  $CV_{пастбища}$  в срав-

нении за 2002 и 2007 годы (табл. 3). Из ее анализа видно, что среднее разности  $CV_{\text{пастбища+луга}}$  и  $CV_{\text{пастбища}}$  за 2007 год отмечалось ниже по сравнению с аналогичной разностью за 2002 год на 1...3 % для всех градаций участия луговых в растительном покрове при среднегодовом уменьшении 0,4 %. Диапазон колебаний разностей  $CV_{\text{пастбища+луга}}$  и  $CV_{\text{пастбища}}$  составлял от -1...-4 % до +17...+20 %. Из этого можно сделать общее заключение о продолжавшейся в последнем десятилетии деградации пойменной луговой растительности с понижением в отдельных случаях урожайности луговых травостоев до урожайности пастбищ, что подтверждается присутствием в табл. 3 нулевых и даже отрицательных значений в разностях  $CV_{\text{пастбища+луга}}$  и  $CV_{\text{пастбища}}$ .

Таблица 3

Динамика проективного покрытия для ландшафтов с учетом луговых в растительном покрове на территории Прибалхашья. Алмагинская область, 2002...2007 гг.

Участие луговых, %	Единиц ландшафтов	Разность $CV_{\text{пастбища+луга}}$ и $CV_{\text{пастбища}}$ , %					
		2002 г.			2007 г.		
		среднее	max	min	среднее	max	min
15...25	13	5,0	17	-1	4,1	11	-2
30...45	4	7,7	12	+3	5,1	10	+2
50...65	4	9,0	15	0	6,0	7	+3
≥ 70	14	10,5	20	-4	8,3	13	+3

Результаты количественной оценки антропогенной динамики растительности для конкретных пастбищных ландшафтов показаны на примере экспериментального полигона «Южный» в Прибалхашье (табл. 4). Оценка выполнялась путем сравнения величин общего покрытия почвы растительностью, полученных из космоса и рассчитанных как  $CV_{\text{пастбища}}$  по кривым, представленным на рис. 6. Для оценки также использовались результаты моделирования продуктивности растительности, полученные ранее для экспериментального полигона [21]. Из анализа табл. 4 видно, что в 2007...2008 гг. для предгорной равнины и низкогорья сохранялись положительные тенденции в восстановлении эфемерово-полынной и полынно-эфемеровой растительности. Это подтверждается близкими по величине значениями проективного покрытия почвы, полученными из космоса и рассчитанными для пастбищ как фоновые (ландшафты 78, 146, 148, 207). Потенциальный годовой прирост биомассы составляет для этих ландшафтов от 0,54 до 1,14 т/га. Относительно низкий годовой

Биоэкологические показатели состояния пастбищной растительности на исследовательском полигоне «Южный» по результатам съемок TERRA-MODIS и LANDSAT, 2007...2008 гг.

№ ландшафта на карте	Растительность, почва, рельеф	СИ, %						Наземная биомасса (годовой прирост), т/га					
		Космическая съемка		Расчет		Расчет		пастбища		пастбища		саксаул (эфемеровые)	
		2007	2008	2007	2008	пастбища	саксаул (луговые*, пашня**)	2007	2008	2007	2008	2007	2008
11	Полынно-солянковая с участием саксаула до 45 % на суглинистых такыровидных почвах и песках древнелевостепной равнины	17	16	18	18	18	-2	0,41	0,20	[0,65] (0,17)	[0,65] (0,09)	-	-
14	Полынно-солянковая с участием пашни орошаемой до 80 % и саксаула до 5 % древнелевостепной равнины	30	30	23	23	23	+7**	-	-	-	-	-	-
42	Разнотравно-кустарниковая с эфемерами на высоких песчаных грядах	30	30	27	23	23	-	0,37	0,28	(0,12)	(0,08)	-	-
44	Разнотравно-кустарниковая на припойменных выровненных песках с участием саксаула до 20 %	27	26	18	18	18	+8	0,41	0,30	0,16 (0,14)	0,15 (0,07)	-	-
56	Эфемерово-полынно-кустарниковая на мелкобугристых песках с саксаулом до 70 % на такыровидных почвах	27	26	19	20	20	+6	0,33	0,14	[0,76] (0,22)	[0,70] (0,10)	-	-
57	Изеново-полынно-кустарниковая с эфемерами на мелкобугристых песках Таукум	27	26	19	23	23	-	0,41	0,32	(0,13)	(0,10)	-	-
70	Терескеново-полынно-эфемеровая на мелкобугристых песках с участием саксаула до 30 % на такыровидных почвах	15	13	16	16	16	-3	0,21	0,18	0,07 (0,08)	0,07 (0,04)	-	-



прирост биомассы до 0,42 т/га отмечался на ранее возделываемых, в настоящее время залежных землях, покрытых в основном эфемеровой растительностью с преобладанием эбелека (ландшафт 149). Более существенные по абсолютной величине разности в покрытии почвы растениями, полученные из космоса и снятые с графика на рис. 6, выявлены для менее используемых зимних пастбищ на песках покрытых разнотравно-кустарниковой растительностью, с годовым приростом биомассы от 0,37 до 0,41 т/га (ландшафты 42, 57), которые подтверждают более устойчивые тенденции в восстановлении растительности. На ранее улучшенных пастбищных землях с посевами житняка также отмечались повышенные значения проективного покрытия почвы относительно их фоновых значений  $CV_{пастбища}$  (ландшафт 151). Это свидетельствует о длительной (15 лет и более) сохранности пастбищ коренного улучшения с сохранением высоких величин надземной биомассы до 1,27 т/га. На пастбищах залесенных саксаулом, с его потенциальным годовым приростом от 0,07 до 0,76 т/га, понижение проективного покрытия почвы растительностью до уровня фоновых значений  $CV_{пастбища}$  (ландшафт 56) и ниже уровня фоновых значений (ландшафты 11, 70), свидетельствует об уничтожении саксауловых деревьев на значительной площади ландшафтов. Менее пострадало саксауловое редколесье, с годовым приростом биомассы от 0,02 до 0,16 т/га, на отдаленных пустынных пастбищах (ландшафты 44, 72), что подтверждается превышением их проективного покрытия растительностью над фоновыми значениями  $CV_{пастбища}$  на величину от 2 до 8 %. Для ландшафта с луговой растительностью (выдел 94) превышение  $CV_{пастбища+луга}$ , полученное из космоса, на величину 7...8% над рассчитанным  $CV_{пастбища}$  свидетельствует об умеренной (слабой) деградации луговой растительности на данном участке поймы р. Или. Вместе с тем, по сведениям из источников [2, 14] урожайность естественных луговых травостоев в поймах рек Прибалхашья и других природных регионов Казахстана, в целом отмечается низкой и составляет всего 0,8...1,1 т/га, суходольных лугов 0,4...0,6 т/га. Повторяющаяся год от года величина покрытия почвы растительностью для отдельных ландшафтов, с превышением на 7 % и более фоновых величин  $CV_{пастбища}$ , свидетельствует о площадном преобладании земель с ирригацией под посевами сельскохозяйственных культур с устойчивой урожайностью (выдел 14).

## **Заключение**

1. Выполненные в Прибалхашье экологические исследования пастбищных земель на базе цифровой информации современных космических систем TERRA-MODIS и LANDSAT позволили выявить общие тенденции деградации/восстановления растительного покрова за 2001...2008 гг., связанные с изменением антропогенных нагрузок в условиях резкого изменения природопользования и социально-экономических показателей. Оценка антропогенной динамики растительного покрова выполнена с учетом сезонной изменчивости атмосферных осадков.
2. Результаты исследований показали увеличение проективного покрытия почвы зональной растительностью, что в целом подтвердило преобладание на равнинной территории процессов восстановления над процессами деградации, в основном за счет отдаленных малоиспользуемых пастбищных массивов. На этот период подтвердились процессы усиленной деградации саксауловых лесов Прибалхашья, о чем свидетельствует уменьшение проективного покрытия почвы растениями до величины покрытия почвы на безлесных ландшафтах и менее. В эти же годы отмечалось понижение проективного покрытия почвы луговой растительностью в поймах рек и естественно пониженных местностях, в отдельных случаях до уровня покрытия растениями пастбищ, что подтвердило процессы продолжавшейся деградации лугов в регионе.
3. Для пастбищных земель Прибалхашья впервые по материалам космических съемок 2001...2008 гг. получены сезонные величины проективного покрытия почвы зеленой растительностью, которые для пастбищных ландшафтов с преобладанием зональной растительности составили 18...42 %, ландшафтов с участием лесных экосистем (саксаульников) – 10...25 %, с участием интразональной луговой растительности – 25...40 % и с участием пашни под посевами сельскохозяйственных культур – 28...45 %. Они могут быть использованы как интегральные пространственные характеристики состояния растительного покрова в регионе под влиянием антропогенного воздействия и природных условий.
4. Определяемые ежегодно величины сезонного покрытия почвы растительностью, могут значительно пополнить информационную базу экологических показателей состояния пастбищных земель, которая традиционно включает результаты крупномасштабных полевых гео-

ботанических изысканий (видовой состав, структура растительного покрова, кормовые запасы и др.), статистические данные (нагрузка скота на площадь сельскохозяйственных земель и др.), ретро- картографические и другие материалы. Использование новых и старых экологических показателей в комплексе позволит значительно расширить возможности регулярного мониторинга пастбищных земель на значительной их площади в Казахстане с использованием информации современных космических систем и наземных данных.

*Результаты получены в рамках партнерского проекта К-1396р Международного Научно-технического Центра (ISTC) в творческом сотрудничестве ученых Казахстана и США при финансовой поддержке США.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья // Под ред. И.И. Скоцеляса. – СПб: Гидрометеоздат, 1995. – 254 с.
2. Алимаев И.И., Смаилов К.Ш. Пути преодоления существующих рисков в кормопроизводстве Казахстана // Климатические риски: Матер. конференции ПРООН. Алматы, Август 2012.
3. Геоботаническая карта природных кормовых угодий пустынной зоны Казахстана, М 1:2 500 000, КазГИПРОЗем, 1993 г.
4. Деградация земель под воздействием выпаса скота (карта), М 1:7 500 000 // Национальный атлас Республики Казахстан. Т. 3. – Алматы, 2006.
5. Закарин Э.А., Спивак Л.Ф., Архипкин О.А, Муратова Н.Р., Терехов А.Г. Методы дистанционного зондирования в сельском хозяйстве Казахстана. – Алматы: 1999. – 174 с.
6. Информация к национальному докладу. Министерство сельского хозяйства РК. 2011 г.
7. Ландшафтная карта Казахской ССР, под редакцией Н.А. Гвоздецкого, М 1:2 500 000, 1978.
8. Казахстанская модель устойчивого управления пастбищными ресурсами (на примере опыта совместного проекта Правительства РК, Глобального экологического фонда (GEF), Программы развития ООН (ПРООН) и Германского общества по международному сотрудничеству (GIZ) «Устойчивое управление пастбищными ресурсами для повышения благосостояния сельского населения и экологической целостности», реализованного на территории Жамбылского района Алматинской области. – Алматы: 2011. – 119 с.

9. Карта кормовых угодий Казахской ССР, М 1:1 500 000, КИО КазГИПРОЗем, 1980 г.
10. Карта растительности Казахстана и Средней Азии, М 1:2 500 000, Под ред. Е.И. Рачковской, 2005 г.
11. Карта экологического состояния природных кормовых угодий пустынной зоны Казахстана. М 1:1 2500 000. Институт «Казгипрозем». – Алма-Ата, 1991.
12. Лебедь Л.В. Изменение кормовых запасов на пастбищах Казахстана в годы с различными агрометеорологическими условиями (по административным районам Алматинской области) // В кн. Агрометеорологическое обеспечение овцеводства Казахстана / Под ред. А. Шамена. – Алматы: 1998. – С. 340- 348.
13. Научно-методические указания по мониторингу земель Республики Казахстан. // Государственный комитет РК по земельным ресурсам и землеустройству. – Алматы: 1994. – 106 с.
14. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш // Монография. Под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы: Кайнар, 2002. – 387 с.
15. Спивак Л.Ф., Витковская И.С., Терехов А.Г., Батырбаева М.Ж. Мониторинг долговременных изменений растительного покрова аридных и полуаридных зон Казахстана с использованием данных дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Т. 8. – № 1. – 2011. – С. 163-169.
16. Эколого-геоботаническое районирование Казахстана по степени опустынивания. М 1:10 000000 // Национальный атлас Республики Казахстан, Т. 3. – 2006.
17. Hagen S., Heilman Ph, Marset R., Torbick N., Salas W., Ravensway J. and Qi J. Monitoring vegetation cover on rangelands in the western US: Scaling from ground observation to the MODIS sensor. Remote Sensing of Environment, July, 2011
18. U.S. Geological survey: <http://glovis.usgs.gov> (Дата обращения 2011...2012 гг.)
19. Atmosphere Archive and Distribution: [ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov/all Data/5MCD43A4/](ftp://ladsweb.nascom.nasa.gov/all>Data/5MCD43A4/). (Дата обращения 2011...2012 гг.)
20. Lebed L. Possible changes in agriculture under the influence of climate change in Kazakhstan // Environmental Problems of Central Asia and their Economic, Social and Security Impacts .Edited by .Qi J., Evered K. - Procceding of the NATO Advances Research Workshop. – Tashkent, Uzbekistan. 2008 – P. 149-159.



21. Lebed L., Qi J, Heilman Ph. An ecological assessment of pasturelands in the Balkhash area of Kazakhstan with remote sensing and models // Environmental Research Letters 7 2012 – P. 25-33.
22. Qi J., Heilman Ph., Biedenbender S.H., Watson M.C., Amer S., Weltz M., Goodrich D.C. and Marsett R. Remote sensing for grassland management in the arid southwest. // Rangeland Ecology and Management. 59(5), 2006. – P. 530-540.
23. Карты Google [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: [www://maps.google.ru/maps./h](http://www://maps.google.ru/maps./h). (Дата обращения 2010...2011 гг.)

Поступила 01.11.2012

Геогр. ғылымд. канд.	Л. Лебед М. Ибрагимов З. Токпаев
Геогр. ғылымд. докторы	А.В. Чередниченко Т. Шестакова Е. Царева Ф. Хейлман
Ph.D. Профессор	Дж. Чи С. Хаген

## **ҒАРЫШТЫҚ МӘЛІМЕТТЕР НЕГІЗІНДЕ БАЛҚАШ МАҢЫНДАҒЫ ЖАЙЫЛЫМ ЖЕРЛЕРДІҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ АНТРОПОГЕНДІК ДИНАМИКАСЫН БАҒАЛАУ**

*Қазақстандағы өткен және кәзіргі жүзжылдықта болған, экономикалық дағдарыс табиғатты қолдануда айтарлықтай өзгерістер енгізді. Антропогендік жүктеменің мінездемесі мен дәрежесінде өзгерістер осыдан пайда болды. Климаттың жылынуы және аумақ аридациясының күшеюі табиғи ландшафтардың экологиялық жағдайына айтарлықтай қолтанба қалдырды, бірінші кезекте өсімдік жамылғысына. Мақалада осы замағы Landsat и Terra-Modis ғарыш жүйелері негізінде алынған Балқаш маңы аумағындағы антропогендік фактордың әсерінен жайылым жерлердің өсімдік жамылғысы 2001...2008 жж. арасындағы динамикасын бағалаудың кейбір нәтижелері келтірілген. Зерттеулер ауылшаруашылық және өндірістің басқа салаларындағы тұғыр-дағдарыс мерзімі тұрақталған және экономикалық көрсеткіштер өсе бастаған кезде жүргізілді. Нәтижелер, АҚШ қаржылық қолдауымен, Қазақстан және АҚШ ғалымдарының шығармашылық ынтымақтастығы, Халықаралық Ғылыми-техникалық Орталықтың (ISTC) K-1396p серіктестік жоба шеңберінде алынды.*

УДК 551.515.3 (262.83)

И.В. Каипов \*  
Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семенов \*\*  
А.П. Шапов \*\*

**ВЫНОС МАССЫ АЛЕВРИТОВОГО АЭРОЗОЛЯ  
С ОСУШЕННОЙ ЧАСТИ АРАЛА ВО ВРЕМЯ ПЫЛЬНОЙ БУРИ  
28...29 АПРЕЛЯ 2008 ГОДА**

*АРАЛ, СУХОЕ ДНО, АЛЕВРИТЫ, РАЗМЕР, ЧАСТИЦА, ПЫЛЬНАЯ  
БУРЯ, КОСМОС, МОДЕЛЬ, МАССА, РАСХОД, ВЫНОС*

*По ранее опубликованной методике комплексных расчетов переноса массы частиц во время пыльных бурь с привлечением информации с ИСЗ и вычислением по мезомасштабной гидродинамической модели WRF полей давления, скорости ветра и динамической скорости выполнена оценка выноса массы алевритовых и солевых частиц с осушенной части дна Большого Арала для сильной бури 28...29 апреля 2008 г. Распределение алевритовых частиц по размерам априори задано логарифмически нормальной функцией со средним геометрическим размером:  $x_0 = 50$  мкм,  $\sigma_{\lg x} = 0,23$  – для одного варианта вычислений и  $x_0 = 35$  мкм,  $\sigma_{\lg x} = 0,27$  – для второго. Рассчитаны вертикальные профили твердого расхода массы частиц при различных скоростях ветра. Масса аэрозоля, вынесенная за бурю, достигает 2,6 и 5,4 млн. т для соответствующих размеров частиц.*

В предыдущей статье авторов описана разработанная методика комплексной оценки выносов массы алевритовых частиц с осушенной части дна Большого Арала с привлечением информации из космоса. Отсутствие данных наблюдений метеостанций на сухих поверхностях дна восполнено в ней вычислением полей давления, скорости ветра и динамической скорости с помощью мезомасштабной гидродинамической модели WRF. Распределение алевритовых частиц по размерам априори задано логарифмически нормальной функцией со средним геометрическим размером:  $x_0 = 50$  мкм,  $\sigma_{\lg x} = 0,23$

\* Институт космических исследований, г. Алматы

\*\* КазНИИЭК, г. Алматы

– для одного варианта вычислений и  $x_0 = 35$  мкм,  $\sigma_{lgx} = 0,27$  – для второго. Для сильной бури 7 мая 2007 г. рассчитаны вертикальные профили твердого расхода в приземном слое атмосферы до высоты 170 м, общий расход массы в этом слое и в пограничном слое атмосферы. Масса аэрозоля, вынесенная за бурю, достигает 8 и 16,4 млн. т для соответствующих размеров частиц [2].

Аналогичная работа выполнена в этой статье и для сильной песчано-пылевой бури в регионе Аральского моря, которая была зафиксирована с ИСЗ AQUA 29 апреля 2008 года в 9 часов 40 минут по среднему времени Гринвича (СГВ). Формированию этой бури предшествовала теплая сухая погода с температурами до  $+25$  °С, которая способствовала высыханию поверхностного слоя донных отложений Большого Арала. Аэрозольный шлейф её выноса протянулся в сторону Каспийского моря более чем на 800 км (Рис. 1).



*Рис. 1. Пыльная буря 29 апреля 2008 г. над регионом Аральского моря в 09:45 по Гринвичу. ИСЗ AQUA.*

В этом регионе это был один из наиболее длинных шлейфов, зафиксированных из космоса. Площадь его достигала свыше 160 тыс. км<sup>2</sup>. Источниками выноса аэрозоля стали: восточное побережье Арала, донные отложения восточной и северной части осушенного дна Большого Арала, бывший остров Возрождения и образовавшиеся вокруг него пляжи. Ширина шлейфа, сформировавшегося в источнике – 207 км. Геоморфология и данные о дисперсном составе песчаных донных отложений на современном этапе гибели Большого Арала дана в работах Бродской, Кравцовой и наших исследованиях, поэтому в этой статье не рассматриваются [1 - 6].

**Синоптическая ситуация.** Синоптическая ситуация, предшествующая возникновению пыльной бури в регионе Аральского моря, характеризовалась быстрой перестройкой полей давления. Особенно это хорошо видно на высотной карте 850 гПа, между 6 и 12 часами по СГВ 28 апреля 2008 года. Над исследуемой территорией у земли в предшествующие 2-е суток наблюдалась медленная трансформация зоны повышенного давления, которой на высоте 1500 метров соответствовал гребень высокого давления. В промежутке между 6 и 12 часами 28 апреля у земли отрог антициклона отделился от основной части зоны высокого давления с образованием изолированного очага над восточной частью Аральского моря. В это время на высоте 850 гПа над всей акваторией Арала и прилегающим обширным территориям высотный гребень сменился высотной ложбиной, которая слилась с зоной низкого давления. К концу суток 28 апреля эта зона заняла все пространство над Центральной Азией от Каспийского моря до Алтая. К 18 часам 29 апреля изолированный очаг высокого давления соединился с основным антициклоном и его отрог снова восстановился.

#### ***Результаты численного моделирования метеорологических полей***

Для временного интервала, в котором произошла песчано-пылевая буря 29 апреля 2008 года над регионом Аральского моря, выполнены численные эксперименты по моделированию метеорологических полей давления, температуры и скоростей ветра. На рис. 2 представлен домен интегрирования с центром  $\varphi = 42^\circ$  и  $\lambda = 56^\circ$ . Буря была зафиксирована с ИСЗ в 9 часов 43 минут по СГВ (14 час 43 мин по местному). Моделирование выполнено для интервала времени с 0 часов 28.04.2008 г. до 18 часов 30.04.2008 г. Полученные результаты позволили воссоздать условия развития дефляции дна Арала и формирования аэрозольного шлейфа выноса. Результаты моделирования излагаются ниже.

Поля метеорологических элементов, необходимые для моделирования процесса переноса пыли и песка, получены из архивов прогноза метеорологических данных и реанализа, и для дальнейшего использования конвертированы в приемлемые форматы. Единственно доступными данными для нас являются поля метеорологических параметров, полученные на основе Глобальной системы прогнозирования погоды Global Forecasting System (GFS) [9, 11]. Метеорологические поля были получены с интервалом 6 часов и шагом по сетке 0,5 градуса. Внутри вышеуказанных временных и пространственных шагов поля данных считаются постоянными. На рис. 3

приведены поля приземных скоростей ветра за 28, 29 и 30 апреля, соответствующие времени возникновения, развития и окончания пыльной бури.

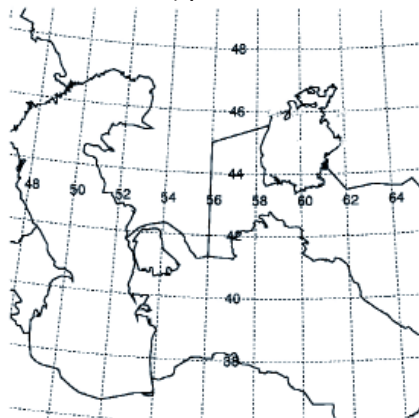


Рис. 2. Домен интегрирования.

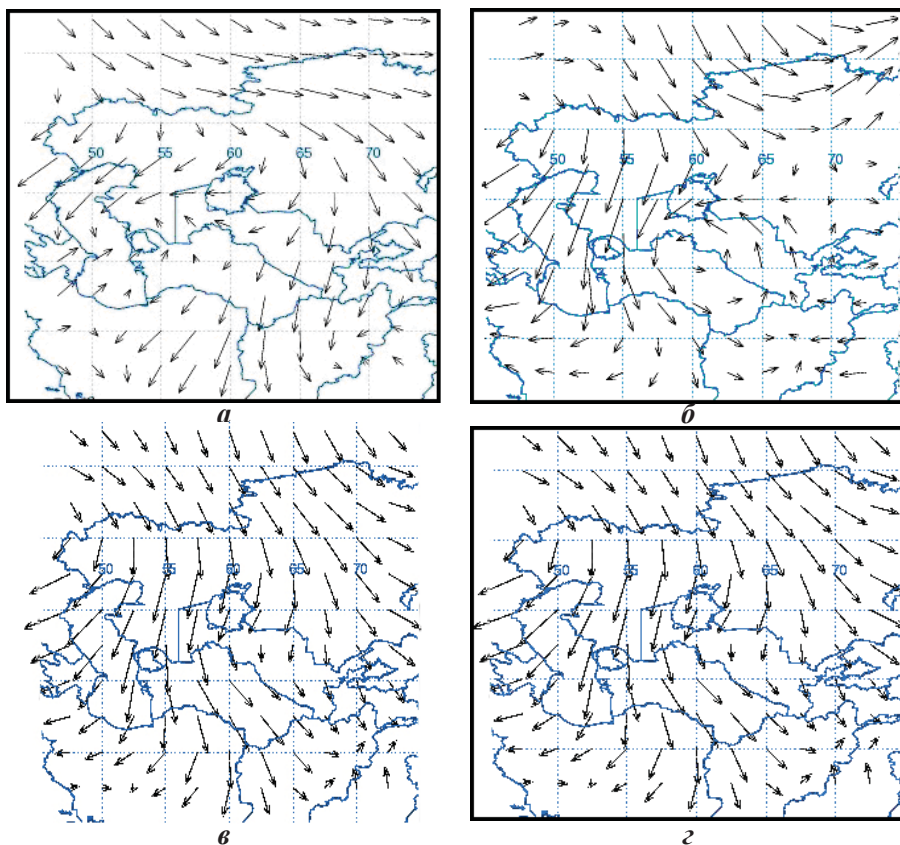
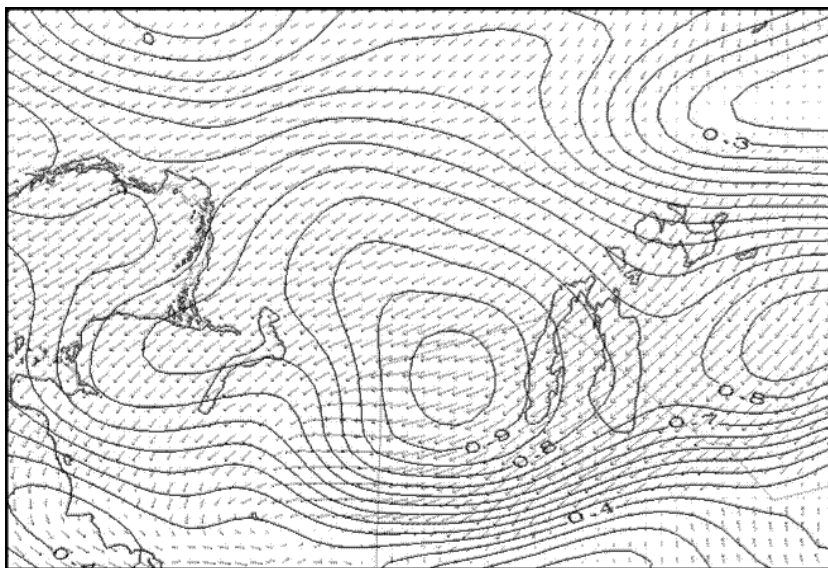


Рис. 3. Поля приземной скорости ветра в Арало-Каспийском регионе 28 и 29 апреля 2008 г. а – 28 апреля 12 час, б – 29 апреля 06 час, в – 29 апреля 12 час, г – 30 апреля 06 час.

28 апреля в 12 час ветер над Аралом был умеренной скорости восточного направления. В это время над северным Каспием и плато Устюрт сформировались сильные ветровые потоки СВ и ВСВ направлений (рис. 3а). 29 апреля в 06 час скорость потоков над всей акваторией Каспия, Устюртом и Туркменией усилилась, направление ветра над Аралом стало СВ и скорость также возросла (рис. 3б). К 12 час ветер северных румбов усилился над всей территорией Казахстана, над Аралом направление ветра изменилось на ССВ (рис. 3в).

30 апреля в 06 час над северной половиной Казахстана ветер ослаб и принял западное направление. Над Арало-Каспийским регионом сохранились ещё значительные скорости ветра, над северной половиной и центральными областями акватории Каспия сильные потоки воздуха приняли восточное направление. Над югом Каспия и Ираном слабые ветры имели западное направление. Над Южным Казахстаном, Аралом, Узбекистаном и Туркменией сохранились значительные скорости потоков северо-восточного румба (рис. 3г).



*Рис. 4. Поле ветра и изолинии динамической скорости потока во втором домене за 00 час СГВ 29 апреля 2008 г.*

На картах домена была выделена площадь Большого Арала, над которой детально описаны изменения во времени динамической скорости ветра. На рис. 4 показано поле динамической скорости  $u_*$  с изолиниями её одинаковых значений и указанием направлений потоков в 00 час по СГВ 29 апреля на момент максимальных скоростей ветра в рассматриваемом нами интервале

времени. Территория дна Арала оказалась в поле значительных динамических скоростей потока 0,85...0,75 м/с, что вызвало сильную бурю, шлейф от которой был зафиксирован спутником (рис. 1).

Рис. 5, на котором приведено изменение динамической скорости во времени в четырех различных районах Арала, позволяет определить продолжительность, интенсивность выдувания поверхности донных отложений и масштабы выноса массы аэрозоля за пределы источника. Слабая буря началась 28 апреля около 01 час СГВ (6 час утра местного времени). Динамическая скорость достигла на большой площади значений 0,20...0,25 м/с, местами – до 0,30 м/с и превысила критическое значение начала выдувания частиц грунта ( $u_{*k} = 0,15$  м/с).

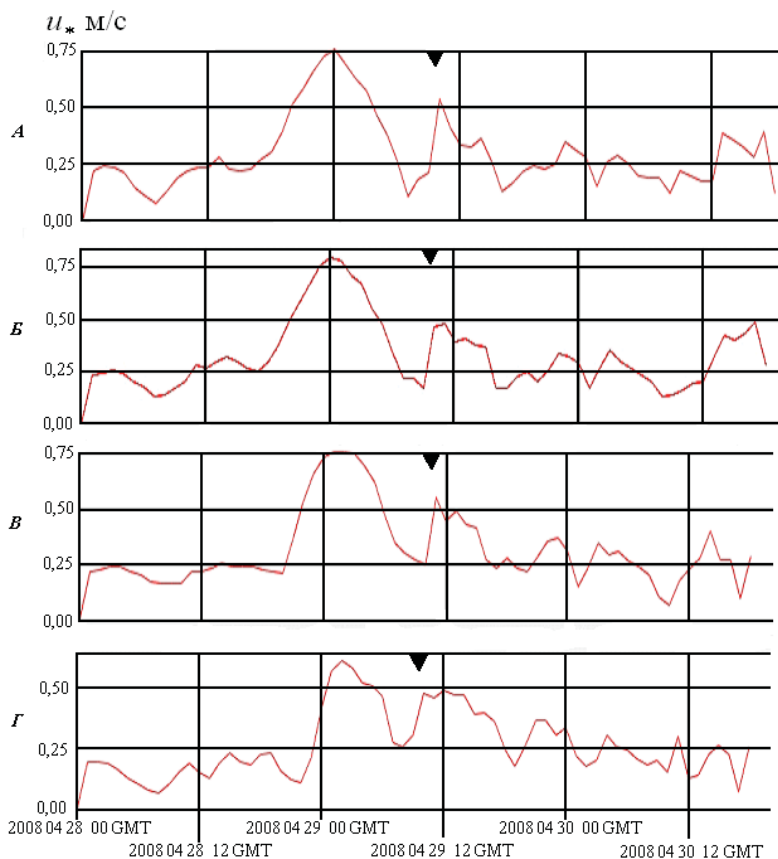


Рис. 5. Динамическая скорость потока над дном Большого Арала с 00 час СГВ 28 апреля до 18 час СГВ 30 апреля 2008 г. в период развития интенсивного ветрового выноса пыли и солей. Разрез по долготе  $\lambda = 60,5^\circ$  с севера на юг: А – на широте  $\varphi = 45,6^\circ$ ; Б –  $\varphi = 45,3^\circ$ ; В –  $\varphi = 44,9^\circ$  и Г –  $\varphi = 44,3^\circ$ . Символ  $\blacktriangledown$  указывает момент снимка бури на рис. 1.

На песчаных поверхностях процесс ветрового переноса частиц грунта шел поземкой, а на алевритовых – в виде пыльной бури слабой интенсивности. Мелкие частицы алеврита и пыли уже заполняли при большой длине разгона потока над поверхностью сухого дна весь приземный слой атмосферы. Высота их подъема достигала 100 и более метров, что далее будет показано при вычислениях профилей твердого расхода массы частиц в приземном слое атмосферы, который превышает при сильных ветрах 120...160 м [4, 5].

Это усиление ветра было не стабильным как по площади источника, так и во времени. Перенос носил прерывистый характер, временами скорость ветра снижалась ниже критического значения. Этот период развития слабого по интенсивности переноса частиц ветром длился на северных участках 15...16 часов, на юге – 20...22 часа. Затем началось устойчивое усиление скоростей ветра. По территории дна Большого Арала оно происходило не одновременно.

На севере в 16 часов ветер усилился и достиг на широте  $45,6^\circ$  максимального значения в 24 часа. Динамическая скорость  $u_*$  была в это время равна 0,75 м/с. На широте  $45,3^\circ$  увеличение скорости ветра началось на час позже в 17 часов, и максимум скорости потока был также в 24 часа –  $u_* = 0,80$  м/с. На широте  $44,9^\circ$  усиление ветра началось со сдвигом на 3 часа – в 20 часов. Максимальная скорость ветра была в 00 час 30 мин 29 апреля –  $u_* = 0,75$  м/с. Ещё южнее ( $\varphi = 44,3^\circ$ ) увеличение скорости потока началось на два часа позже – в 22 часа. Максимальное значение динамической скорости здесь было в 02 часа 29 апреля, и её значение было меньше –  $u_* = 0,60$  м/с.

В северной части рассматриваемой территории на широте  $\varphi = 45,6^\circ$  после достижения максимального значения  $u_*$  началось её равномерное снижение до значений, ниже критической. Около 06 час 30 мин ветровой перенос грунта прекратился примерно на час. А затем скорость ветра вновь начала увеличиваться и в 10 час  $u_*$  стала равна 0,55 м/с. В момент этого нового усиления ветра и был сделан снимок из космоса шлейфа бури, который сформировался в течение 14 часов во второй половине суток 28 апреля, ночного и раннего утреннего периода 29 апреля. Новая буря длительностью около 7 часов проходила при меньших скоростях ветра. Динамическая скорость после достижения значения  $u_* = 0,55$  м/с снизилась в течение полутора часов до 0,30 м/с и в дальнейшем постепенно затухала с кратковременными усилениями и спадами.



Очевидно, что для нас представляет интерес только эти две бури, проходящие при значительных скоростях ветра. Слабые бури за этот же промежуток времени 28 и 29 апреля прошли с небольшими расходами массы твердой фазы потока, отличающимися от расходов двух сильных бурь на два и более порядка величин. Поэтому на трех остальных широтах определим продолжительность только двух сильных бурь и значения динамической скорости  $u_*$ .

Буря на широте  $\varphi = 45,3^\circ$  началась на час позже, чем на  $\varphi = 45,6^\circ$  в 17 час 28 апреля и продолжалась 15 часов – до 8 часов 29 апреля. Максимальное значение  $u_*$  при первом усилении ветра достигло 0,80 м/с. Далее в течение 2,5 часов она мало изменялась – от 0,80 м/с до 0,75 м/с. Вторая буря меньшей интенсивности началась одновременно с усилением ветра на  $\varphi = 45,6^\circ$ , и была такой же продолжительностью 7 часов при максимальном значении  $u_* = 0,47$  м/с, которое сохранялось 1,4 часа. Затем скорость ветра снизилась до  $u_* = 0,4$  м/с и 3 часа была в интервале значений 0,37...0,40 м/с. После чего буря стала стихать,  $u_*$  упала к 16 часам до значения критической ветрового переноса.

На широте  $\varphi = 44,9^\circ$  увеличение скорости ветра началось в 20 часов 28 апреля. Эта буря длилась 14 часов. В 00 час 30 мин 29 апреля она достигла максимального значения –  $u_* = 0,75$  м/с, которое удерживалось на этом уровне в течение 3-х часов. Затем скорость ветра начала снижаться. К 7 часам  $u_*$  упала до 0,35 м/с, к 10 час – до 0,25 м/с. В 10 часов началась вторая буря, которая продолжалась 6 часов. К 11 часам  $u_*$  выросла до 0,55 м/с, затем в 12 часов упала до 0,45 м/с, к 15 часам – до 0,40 м/с, к 16 часам – до 0,25 м/с.

На широте  $\varphi = 44,3^\circ$  рост скорости ветра начался с большим запаздыванием по сравнению с северными районами – в 22 часа. Длилась эта буря около 10 часов. Максимальное значение динамической скорости было в 2 часа 29 апреля  $u_* = 0,60$  м/с. В течение 2 часов  $u_*$  изменялась незначительно в интервале 0,58...0,60 м/с. Затем за 40 мин она снизилась до 0,5 м/с и вновь 2 часа удерживалась около этого значения. В 6 часов ветер стал стихать, и к 7 часам динамическая скорость снизилась до 0,26 м/с. Один час длился интервал относительного затишья, а потом началась вторая буря. Скорость выросла до  $u_* = 0,48$  м/с и удерживалась на этом уров-

не 4 часа. Затем за 40 минут  $u_*$  уменьшилась до 0,38...0,35 м/с. Через два часа ветер начал стихать и к 19 часам динамическая скорость упала до 0,18 м/с. Как видим, интенсивность выветривания донных отложений на юге была меньшей, чем в центральных и северных частях осушенного дна Большого Арала.

Определив продолжительность явлений дефляции различной интенсивности и динамическую скорость потока – основные параметры пыле-солевой бури, можно перейти к определению масштабов переноса и выноса массы аэрозолей за время этого опасного явления погоды.

***Определение масштабов переносимых ветром масс частиц твердой фазы потока во время бури 28...29 апреля 2008 г.***

Гранулометрический состав алевритовых отложений на дне Арала для этой бури был взят тот же, что и для бури 7 мая 2007 года – две функции логарифмически нормального распределения частиц алевритов по размерам с параметрами:  $x_0 = 50$  мкм,  $\sigma_{\lg x} = 0,23$  и  $x_0 = 35$  мкм,  $\sigma_{\lg x} = 0,27$  [2]. Для этих двух вариантов распределений частиц по размерам выполнены расчеты характеристик переноса ветром масс алевритовых отложений. Наиболее удобной величиной при определении масс частиц твердой фазы, перемещаемых воздушными потоками, является твердый расход  $q$  – масса твердой фазы, переносимая в единицу времени через единицу площади поперечного сечения потока, кг/(м<sup>2</sup>·с). На рис. 6 показаны вертикальные профили твердого расхода массы алевритовых частиц, переносимых ветром во время рассматриваемой нами пыльной бури в приземном слое атмосферы при различных скоростях потока и размерах частиц  $x_0 = 35$  мкм и  $x_0 = 50$  мкм. Расчет выполнен по формуле

$$q(z) = q_1 \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,5 \frac{w_g}{u_*}}, \quad (1)$$

где  $q_1$  – твердый расход на высоте  $z_1$ , кг/(м<sup>2</sup> с);  $w_g$  – скорость свободного падения частиц (гидродинамическая крупность частиц), м/с,  $u_*$  – динамическая скорость потока (скорость трения), м/с. Формула (1) получена по измерениям во время песчаных бурь, поэтому в статье авторов [2] на основании теоретических результатов Баренблатта и Голицына [8] показано, что формула (1) может быть применена и для частиц по размеру значительно меньших размера частиц песка (< 50 мкм).

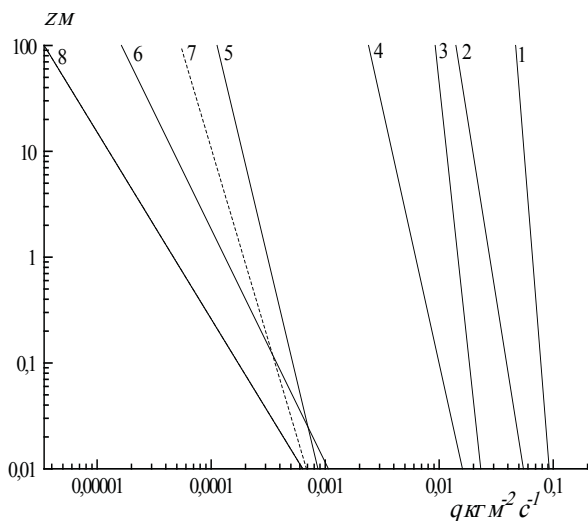


Рис. 6. Вертикальные профили твердого расхода алевритовых частиц во время бури в приземном слое атмосферы: 1 –  $u_* = 0,75$  м/с,  $\tilde{d}_0 = 35$  мкм; 2 –  $u_* = 0,75$  м/с,  $\tilde{d}_0 = 50$  мкм; 3 –  $u_* = 0,55$  м/с,  $\tilde{d}_0 = 35$  мкм; 4 –  $u_* = 0,55$  м/с,  $\tilde{d}_0 = 50$  мкм; 5 –  $u_* = 0,25$  м/с,  $\tilde{d}_0 = 35$  мкм; 6 –  $u_* = 0,25$  м/с,  $\tilde{d}_0 = 50$  мкм; 7 –  $u_* = 0,20$  м/с,  $\tilde{d}_0 = 35$  мкм; 8 –  $u_* = 0,20$  м/с,  $\tilde{d}_0 = 50$  мкм.

Для её использования необходимо знать ещё два параметра:  $w_g$  и  $q_1$ . Ниже приведены значения скорости свободного падения  $w_g$  для частиц различного размера с плотностью  $2,65 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$  [2, 6].

$x_0$ , мкм	120	100	50	40	35	30	20	10
$w_g$ , см/с	96	76	19,9	12,7	9,7	7,1	3,2	0,8

Последней, необходимой величиной является твердый расход  $q_1$  на одном из уровней  $z_1$ . При отсутствии измеренных значений  $q_1$ , можно для его определения воспользоваться полученной нами зависимостью твердого расхода песка на высоте 1 м от динамического аналога числа Фруда

$$q_1 = 1,09 \cdot 10^{-9} \cdot Fr_*^{2,42}, \quad (2)$$

где  $Fr_*$  – динамический аналог числа Фруда:  $Fr_* = u_*^2 / (g \cdot x_0)$ . Здесь  $g$  – ускорение силы тяжести. Используя (2), можно получить твердый расход на высоте одного метра  $q_1$  в широком интервале скоростей ветра от 6 до 20 м/с [3, 6].

Таким образом, можно описать профиль твердого расхода песка  $q(z)$  в пределах приземного слоя атмосферы или рассчитать его значение для нужных уровней, имея лишь стандартную метеорологическую информацию о скорости ветра и зная средний геометрический размер частиц на деятельной поверхности.

На рис. 6 хорошо видно, что расходы твердой фазы потока при больших значениях динамической скорости  $u_*$ , изменяющихся в интервале 0,20...0,25 м/с, на один-два порядка меньше расходов при  $u_*$ , превышающей 0,55 м/с. Поэтому при вычислении масштабов выносимой ветром массы частиц во время двух бурь 28...29 апреля будем далее рассматривать лишь ветровой перенос частиц во время двух усилений ветра свыше значений  $u_* = 0,25$  м/с.

Представленные на рис. 6 вертикальные профили твердого расхода 1...8 аппроксимируются, соответственно, следующими функциями:

$$q(z) = 0,0657 \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,074} \quad \text{для } u_* = 0,75 \text{ м/с и } x_0 = 35 \text{ мкм}, \quad (3)$$

$$q(z) = 0,0277 \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,148} \quad \text{для } u_* = 0,75 \text{ м/с и } x_0 = 50 \text{ мкм}, \quad (4)$$

$$q(z) = 0,0146 \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,10} \quad \text{для } u_* = 0,55 \text{ м/с и } x_0 = 35 \text{ мкм}, \quad (5)$$

$$q(z) = 0,0062 \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,21} \quad \text{для } u_* = 0,55 \text{ м/с и } x_0 = 50 \text{ мкм}, \quad (6)$$

$$q(z) = 3,12 \cdot 10^{-4} \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,221} \quad \text{для } u_* = 0,25 \text{ м/с и } x_0 = 35 \text{ мкм}. \quad (7)$$

$$q(z) = 1,32 \cdot 10^{-4} \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,454} \quad \text{для } u_* = 0,25 \text{ м/с и } x_0 = 50 \text{ мкм} \quad (8)$$

$$q(z) = 1,922 \cdot 10^{-4} \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,276} \quad \text{для } u_* = 0,20 \text{ м/с и } x_0 = 35 \text{ мкм} \quad (9)$$

$$q(z) = 4,665 \cdot 10^{-5} \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-0,567} \quad \text{для } u_* = 0,20 \text{ м/с и } x_0 = 50 \text{ мкм} \quad (10)$$

Для получения общего расхода масс переносимых ветром частиц

$$Q_z = \int_{z_1}^{z_2} q(z) dz, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$$

было выполнено численное интегрирование этих функций в слоях 0,01...100 м, 0,01...1000 м и 0,01...1500 м, что позволило получить оценку переносимой массы частиц над алевритовыми поверхностями в приземном слое и в пограничном слое высотой 1000 и 1500 м. Результаты интегрирования уравнений (3) – (10) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Интегральное содержание массы частиц в различных слоях пограничного

$$\text{слоя атмосферы } Q_z = \int_{z_1}^{z_2} q(z) dz, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$$

Уравнение $q(z)$	Динамическая скорость $u_*$ , м/с	Общий расход в слое, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$		
		0,01...100 м	0,01...1000 м	0,01...1500 м
	Алевритовая поверхность	$x_0 = 35$ мкм		
3	0,75	5,04	42,56	61,995
5	0,55	1,02	8,13	11,71
7	0,25	0,015	0,087	0,120
9	0,20	0,0074	0,0395	0,0531
	Алевритовая поверхность	$x_0 = 50$ мкм		
4	0,75	1,64	11,7	16,53
6	0,55	0,298	1,84	2,54
8	0,25	0,003	0,0109	0,0137
10	0,20	0,0008	0,0023	0,0028

Содержание табл. 1 подтверждает возможность пренебрежения в дальнейших наших расчетах переносом массы алевритовых частиц при небольших значениях динамической скорости. Массы частиц в расчетных слоях переноса на два порядка меньше, чем при  $u_* = 0,5$  м/с.

В своих дальнейших расчетах мы воспользуемся зависимостью общего расхода песка в приземном слое атмосферы 50-ти процентной обеспеченности

$$\bar{Q}_z = Q_{z50\%} = 2 \cdot 10^{-7} [u_*^2 / (g \cdot x_0)]^2, \quad (11)$$

которую мы использовали ранее при вычислениях выноса ветром массы алевритов за бурю 07.05.2007 г [2]. Определив общий расход массы частиц для на-

блюдавшихся значений  $u_*$ , можно рассчитать их массу, переносимую ветром

$$\text{за бурю через фронт переноса шириной один метр } M = \int_0^{\tau} Q_z(t) dt.$$

Ввиду отсутствия математического описания функции общего расхода песка во время бури, будем определять перемещаемую массу песка за бурю  $M$  длительностью  $\tau$  не интегрированием по времени непрерывной функции  $Q_z(t)$ , а рассчитывать за дискретные интервалы времени. Длительность продолжительной бури  $\tau$  можно представить в виде суммы временных интервалов  $\tau = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$ , где  $n$  – число интервалов времени  $\Delta t_i$ , в течение которых  $u_*$

может быть приближенно принята постоянной величиной. Тогда перенесенную за бурю массу песка можно рассчитать по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n Q_{zi} \cdot \Delta t_i,$$

где  $Q_{zi}$  – общий расход песка в  $i$ -й интервал времени. Для вычислений мы воспользовались двумя кривыми изменения  $u_*$  во времени на рис. 5. Для первой бури 28...29 апреля на широте  $\varphi = 44,9^\circ$  с.ш. взята (**B**), для второй бури днем 29 апреля – кривая изменения  $u_* = f(t)$  на широте  $\varphi = 44,3^\circ$  с.ш. (**Г**). Обе они были аппроксимированы в виде гистограмм. Выбор двух различных широт для расчетов переносимой массы частиц твердой фазы потока объясняется упрощением аппроксимации их более стабильных кривых  $u_* = f(t)$  гистограммами. Результаты расчетов вынесенной суммарной массы частиц из источника за обе бури в приземном слое атмосферы высотой до 100 м приведены ниже.

Размер частиц $x_0$ , мкм	Вынесенная масса частиц, из источника через фронт переноса один км за две бури, тыс. т·км <sup>1</sup>	Вынесенная масса частиц из источника через фронт переноса 207 км, млн. т
35	12,826+1,7 = 14,53	3
50	6,293+0,812=7,1	1,47

За рассмотренную бурю 28...29 апреля 2008 года длительностью около 20 часов за пределы осушенной части дна Большого Арала было вынесено примерно в 5,5 раза меньше алевритового и солевого аэрозоля, чем за бурю в

мае 2007 года продолжительностью 46 часов и при значительно больших скоростях ветра ( $u_*$  до 1 м/с). Однако вынос массы и за эту одну бурю превышает средние многолетние годовые выносы песчано-солевого аэрозоля 80-х годов прошлого столетия, когда выдуванию подвергались песчаные и супесчаные донные отложения, расположенные выше изобаты 15 метров [3, 6].

Большой научный и практический интерес представляет оценка масс частиц, переносимых во время бурь в различных слоях приземного и пограничного слоев атмосферы на выходе потока из источника выноса. Как известно, изменение с высотой турбулентного обмена выше приземного слоя атмосферы в пределах планетарного пограничного слоя атмосферы происходит по другому закону. Поэтому мы не можем с полной уверенностью экстраполировать полученные профили  $q(z)$  выше 150...170 м. Но другого выхода у нас нет – ни профили массовой концентрации частиц твердой фазы, ни профили твердого расхода массы  $q(z)$  во время бурь выше приземного слоя не исследованы.

Определим приближенное значение относительного содержания масс частиц в различных слоях потока во время пыльной бури при динамической скорости 0,75 м/с на различных высотах приземного и пограничного слоев атмосферы от общего расхода в слое 0,01... 1000 м  $\frac{Q_{z_1} - Q_{z_2}}{Q_{z=1000}}$  для алевритовых поверхностей.

Ранее такая оценка была выполнена для сильной песчаной бури при аналогичной динамической скорости ( $u_* = 0,75$  м/с) над поверхностью, сложенной частицами песка с  $x_0 = 120$  мкм [6, 7]. Это позволит количественно определить различие в переносе масс твердой фазы потока при песчаных и пыльных бурях. Для этой цели было выполнено интегрирование профилей твердого расхода (3) и (4) для различных слоев пограничного слоя атмосферы. Ниже приводятся полученные нормированные величины общего расхода массы частиц в 1000 метровом слое переноса частиц ветром алевритового и песчаного потока (Табл. 2).

Анализ результатов данных табл. 2 показывает, как сильно отличается ветровой перенос тяжелой быстро выпадающей из потока воздуха частицы песка от поведения более мелкой алевритовой частицы, на взвешивание которой затрачивается значительно меньше турбулентной энергии. Хорошо видно, что наибольшая масса песка переносится в нижней части приземного слоя атмосферы – до 81 % её содержится в слое 0...10 м. Во всей толще приземного слоя, мощность которого во время бури около 100...150 м, переме-

щается до 92 % массы песка. На долю пограничного слоя атмосферы выше 100 м приходится 8 % массы песка. Эти числа опровергают сложившееся среди большинства исследователей песчаных бурь мнение, что достаточно исследовать при ветровом переносе песка только нижний метровый слой ветропесчаного потока. Такие измерения можно делать только над крупным песком со средним геометрическим размером частиц свыше 170...180 мкм. Ясно так же, что в дальнем переносе участвует не более 5...6 % от всей перемещаемой ветром массы песка. При более слабых песчаных бурях, по сравнению с рассматриваемой, доля частиц песка, участвующих в дальнем переносе, будет ещё меньше [6, 7].

Таблица 2

Относительное содержание массы частиц твердой фазы потока  $\frac{Q_{z_1} - Q_{z_2}}{Q_{z=1000}}$  в различных слоях пограничного слоя атмосферы высотой  $z = 1000$  м во время сильных пыльных и песчаных бурь

Толщина слоя $z_1 - z_2$ , м							
0...10	10...50	50...100	100...200	200...400	400...600	600...800	800...1000
Песчаная поверхность $x_0 = 120$ мкм							
0,808	0,082	0,0298	0,027	0,0246	0,0133	0,009	0,007
Алевритовая поверхность $x_0 = 50$ мкм							
0,018	0,058	0,063	0,113	0,204	0,189	0,18	0,173
Алевритовая поверхность $x_0 = 35$ мкм							
0,014	0,048	0,056	0,107	0,203	0,195	0,19	0,187

Совершенно иная картина в потоке массы частиц пыльных бурь над донными алевритовыми поверхностями. В нижнем 10-ти метровом слое потока воздуха переносится всего лишь 1,5...2 % от всей массы алевритовых частиц в пограничном слое, в приземном слое толщиной 100 м – 12...14 %. На долю пограничного слоя выше 100 м приходится перенос основной массы частиц – 86...88 %, причем, на высотах свыше 400 м ветровыми потоками перемещается до 54...57 % их массы.

Формула (11)  $\bar{Q}_z = Q_{z50\%} = 2 \cdot 10^{-7} [u_*^2 / (g \cdot x_0)]^2$ , на основе которой нами выполнены оценки выноса масс алевритовых частиц, получена по результатам измерений переноса песка во время бурь. Общий расход  $Q_z$  определялся



путем интегрирования измеренных профилей твердого расхода песка  $q(z)$  в приземном слое атмосферы, высота которого изменялась с увеличением скорости ветра от 20...30 м до 120...150 м. Поэтому приведенные в статье [2] вынесенные массы алевритов со дна Арала за пыльную бурю 7 мая 2007 г. и данные за бури 28...29 апреля 2008 г. в табл. 2, по-видимому, занижены, примерно, на 80 %. Ниже даны уточненные оценки масштабов выноса масс аэрозоля с учетом его переноса выше приземного слоя атмосферы до высоты 1000 м.

Размер частиц $x_0$ , мкм	Вынесенная масса частиц из источника бурей 7 мая 2007 г., млн. т	Вынесенная масса частиц из источника бурями 28 и 29 апреля 2008 г., млн. т
35	29,4	5,4
50	14,4	2,6

***Моделирование выноса частиц размером 10 мкм ( $PM_{10}$ ) на программном комплексе HYSPLIT 48***

Большое значение при исследованиях потоков пыли при бурях имеет информация о длительном пребывании в атмосфере мелкодисперсного аэрозоля размером менее 10 мкм ( $PM_{10}$ ). Время жизни этих частиц в атмосфере достигает несколько десятков часов. Аэрозоли этого размера влияют на радиационные потоки в атмосфере, ведут к нагреванию верхних слоев пограничного слоя атмосферы, ограничивают приток солнечной энергии к поверхности земли, уменьшают конвективные движения воздуха. Их активное влияние на климат привлекает многих исследователей изучению этой проблемы. Крупная исследовательская программа в Сахаре выполняется сейчас, например, под руководством Шутца (Schütz L.) [12, 13].

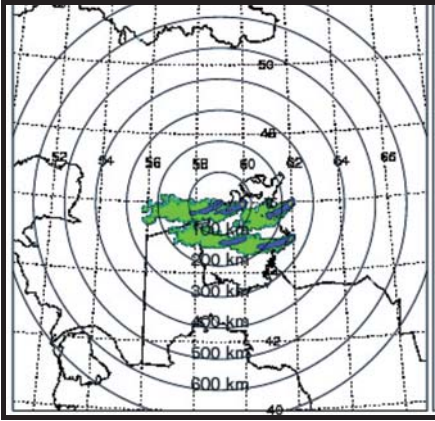
Созданы математические модели, описывающие поведение частиц  $PM_{10}$  в атмосфере. Одной из таких программ является **HYSPLIT 48** [10, 14]. Программа **HYSPLIT 48** представляет собой систему как для относительно простых задач расчета траектории выноса, так и для моделирования сложных процессов переноса, дисперсии и выпадения аэрозолей различного генезиса. Алгоритмы расчета представляют собой гибрид Эйлера-Лагранжевого приближения. Адвекция и диффузия рассчитывается в Лагранжевой системе координат, а концентрация – в фиксированных узлах сетки. Перенос и рассеивание примесей рассматриваются или как простой выброс облака, или как рассеивание кластера частиц. Модель использует предварительно интерполированные

в узлы сетки метеорологические данные, полученные на основе Глобальной системы прогнозирования погоды (GFS) [9, 11]. Расчет концентрации примесей в атмосфере требует задания источника и физических характеристик примеси. Система моделирования представляет собой модульную структуру с пользовательским графическим интерфейсом для установки параметров и запуска модулей расчета траектории, концентрации и выпадения частиц.

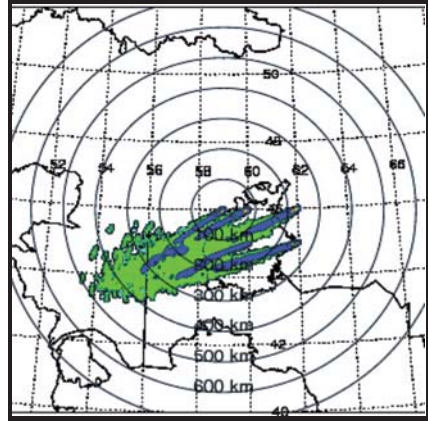
На основе модели HYSPLIT 48 были проведены численные эксперименты по моделированию переноса очень мелких частиц твердой фазы со средним размером 10 мкм во время песчано-пылевой бури над регионом Аральского моря 29 апреля 2008 года, которая зафиксирована ИСЗ в 9 час 43 мин по СГВ (рис. 1). Домен интегрирования с центром 42° с.ш. и 56° в.д. представлен на рис. 2. Моделирование проводилось с 6 час 28.04.2008 до 6 час 30.04.2008 года с общим временем интегрирования 48 часов. При моделировании по модели HYSPLIT 48 критическая скорость выдувания частиц  $PM_{10}$  была принята равной  $u_{*k} = 0,28$  м/с [13]. Концентрация аэрозоля вычислялась ежедневно, в течение всего периода интегрирования. В этой статье мы не рассматриваем количественные характеристики моделирования переноса массы примеси. Нас интересовал процесс формирования шлейфа выноса пыли и его динамика изменения во времени и пространстве. Поэтому использовалась лишь часть результатов моделирования пыльной бури, которая представлена на рис. 7. На нем хорошо прослеживается процесс возникновения, развития, и затухания пыльной бури. Концентрические окружности с шагом 100 км дают представление о масштабе пыльной бури.

Пыльная буря, по модельным расчетам началась в 6 часов утра СГВ 28 апреля 2008 года. Вначале появились 5 поверхностных источников примеси, это те песчано-солевые поверхности, где скорость воздушного потока превысила пороговую критическую скорость срыва частиц с поверхности. Три источника располагались на 46° с.ш., на долготе 58°40', 60° и 62° в.д. Последний из них находился вне пределов территории Большого Арала. Два других – на широте 45°, долготе 60° и 61°50'.

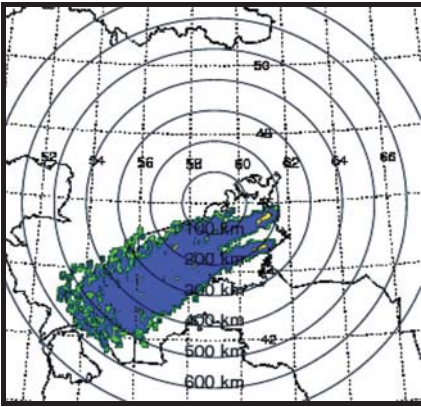
Через два часа выносы от источников достигли в длину около 40 км, оставаясь изолированными друг от друга пятнами. К 14 час шлейфы источников на долготе 58°40' и 60° на 46° с.ш. соединились и достигли в длину 275 км, шлейф источника на 62° в.д. этой же широты был значительно меньше – 85 км. Два других источника на широте 45° оставались все ещё самостоятельными, хотя их шлейфы достигли 200 км у западного и 150 км у восточного.



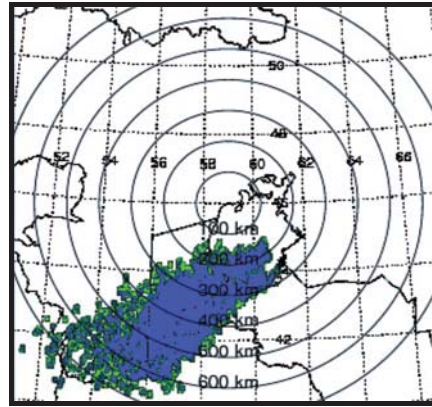
А



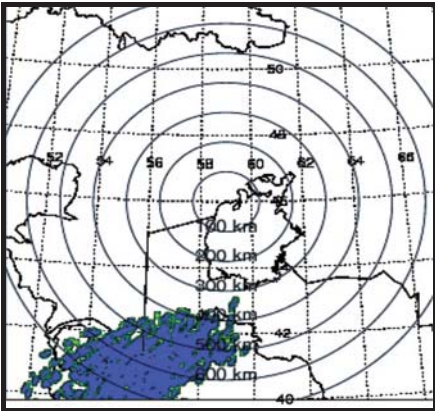
Б



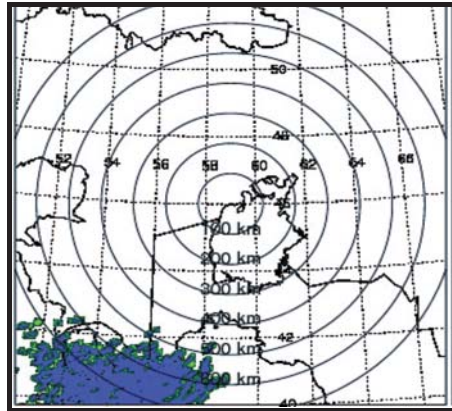
В



Г



Д



Е

Рис. 7. Осредненная по высоте концентрация частиц  $PM_{10}$  при различных стадиях развития пыльной бури: А – 17 час 28.04; Б – 03 час 29.04; В – 09 час 29.04; Г – 15 час 29.04; Д – 00 час 30.04; Е – 05.час 30.04.2012

Перенос аэрозоля проходил в западном направлении в четырех источниках, в пятом с координатами  $46^\circ$  с.ш. и  $62^\circ$  в.д. – на юго-запад. Эти направления движения образовавшихся облаков мелкодисперсного аэрозоля  $PM_{10}$  соответствуют полю ветра на исследуемой территории (рис. 3а).

Дальнейшая динамика формирования и перемещения облака пыли хорошо видна на рис. 7. На нем более темным цветом показаны части шлейфов выноса частиц со средней концентрацией в слое  $0 \dots 100$  м  $C = 100$  мг/м<sup>3</sup>, более светлым –  $C = 10$  мг/м<sup>3</sup>.

К 17 час 28 апреля шлейфы ещё не образовали единого облака частиц, но уже произошло их слияние от четырех источников с образованием выноса пыли в западном направлении протяженностью около 500 км. Направление перемещения выносов во всех пяти источниках изменилось. Оно стало ЗЮЗ, что хорошо видно по более темным их частям (рис. 7А). Все это время перенос частиц твердой фазы потока проходил при умеренных скоростях ветра и при несильной пыльной буре –  $u_*$  была в интервале  $0,25 \dots 0,30$  м/с.

Следующий фрагмент моделирования относится (рис. 7Б) уже к моменту максимального усиления бури при динамической скорости  $u_*$ , достигавшей  $0,75 \dots 0,8$  м/с ( $15 \dots 18$  м/с на высоте 10 м). В 03 часа 29 апреля уже образовалось единое облако частиц  $PM_{10}$ , сохранившее направление движения на ЗЮЗ. На южной части сухого дна Арала добавились новые источники выветривания поверхности. Облако частиц приобрело в длину около 730 км при средней ширине 140 км. Головная часть облака, смещаясь к югу, достигла  $54^\circ$  в.д.

Результат моделирования на рис. 7В особенно интересен для нас, так как он получен для 09 час 29 апреля. Снимок из космоса (рис. 1) с эпизодом рассматриваемой нами бури 29 апреля сделан в **09 час 43 мин по СГВ**, что позволяет сравнить его изображение с результатами численного моделирования. Можно оценить качественное совпадение результатов численного моделирования с изображением из космоса шлейфа пыли как хорошее. Совпадают горизонтальные масштабы пылевого облака, направление выноса и фаза развития пыльной бури. Длина шлейфа выноса частиц  $PM_{10}$  достигла 820 км, ширина – до 270 км.

Моделирование позволило проследить и дальнейшее перемещение шлейфа выноса. В 15 час вынос ветром аэрозоля с северной части Большого Арала прекратился, на юге скорость ветра также понизилась до  $u_* \approx 0,35$  м/с,

и там ещё продолжалось слабое выветривание поверхности. Напомним, что при моделировании по HYSPLIT 48 критическая скорость выдувания частиц  $PM_{10}$  была принята равной  $u_{*k} = 0,28$  м/с. Начинаясь фаза его существования в отрыве от источников возникновения. По сравнению с предыдущим моментом моделирования, облако частиц начало смещаться на юг и увеличиваться в размерах. Смещение на юг произошло на градус широты. При той же длине 820 км оно расширилось до 360 км в своей головной части. Облако достигло акватории Каспия и пересекло границу Казахстана с Туркменистаном.

В полночь 30 апреля (рис. 7Д) облако частиц покинуло территорию Казахстана. Концевая часть шлейфа выноса аэрозоля сместилась на юг от Арала примерно на 100...150 км, головная часть облака располагалась над южной частью Каспия и, по-видимому, достигла границ Ирана. К сожалению, моделирование было ограничено  $40^\circ$  с.ш. и далее можно предполагать его поведение по изменению формы облака и полем скоростей ветра на рис. 3Г. Моделирование по HYSPLIT 48 в Лагранжевой модели переноса и выпадения частиц показало, что основная масса аэрозоля расположена в 2000 метровом слое. Поэтому дальнейшее продвижение облака над Ираном на юг должен был остановить хребет Центральный Эльбурс, средние высоты его достигают 2,5...3 км, а отдельные вершины достигают 3500 м и более. Снижение скоростей ветра и изменение направления движения с СВ в Арало-Каспийском регионе на З в предгорьях Эльбурса и над территорией Ирана привело к остановке перемещения головной части облака частиц. Но остальная часть шлейфа бури продолжала смещаться над территорией Туркменистана на ЮЮЗ, пока не достигла хребта Копетдаг. Фрагмент моделирования за 05 час 30 апреля подтверждает такой сценарий поведения облака частиц  $PM_{10}$ , которое протянулось на 500 км в широтном направлении над западной частью Туркменистана на удалении около 300 км от Арала. Здесь оно, видимо, и закончило свое существование.

### ***Заключение***

Привлечение современных моделей построения полей метеорологических данных для изучения выноса алевритовых и более мелких частиц донных отложений ( $PM_{10}$ ), вычисления профилей твердого и общего расхода массы частиц в приземном слое атмосферы, позволило авторам исследовать возникновение, развитие и окончание сильной пыльной бури на Арале. Удалось количественно показать, как сильно отличается перенос ветром мелких

минеральных частиц во время пыльных бурь от переноса песчаных частиц. Выполнена оценка вынесенной за пределы осушенной части дна Арала массы алевритовых частиц за бурю 28...29 апреля 2008 г. – 2,6 млн. т для среднего геометрического размера частиц (50 мкм) или 5,4 млн. т для среднего геометрического размера частиц (35 мкм). Дальность выноса частиц  $PM_{10}$  оказалась равной 1400 км, частицы были вынесены на территории Северного Ирана и Западного Туркменистана. Получены уникальные характеристики этой бури. Но авторы хорошо понимают, что слабая изученность донных отложений Арала и физики пограничного слоя атмосферы во время пыльных бурь делает наши результаты лишь масштабной оценкой происходящих грандиозных процессов дефляции осушенного дна и загрязнения окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бродская Н.Г. Осадкообразование в озерах засушливой зоны СССР. Аральское озеро-море // Образование осадков в современных водоемах – М.: Изд-во АН СССР. – 1954. – С. 237-282
2. Каипов И.В., Семенов О.Е., Чередниченко А.В., Шапов А.П. Оценка выноса массы алевритовых частиц с осушенного дна Большого Арала с использованием данных дистанционного спутникового зондирования и мезомасштабной гидродинамической модели // Гидрометеорология и экология. – 2012. – № 1. – С. 7-40.
3. Каипов И.В., Семенов О.Е., Шапов А.П. Песчано-солевые бури в Приаралье // Гидрометеорологические проблемы Приаралья. / Под ред. Г.Н. Чичасова. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 276 с.
4. Кравцова В.И. Деградация Арала и прилегающих территорий: особые явления, наблюдаемые по космическим снимкам / Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе. // Тр. Международной науч. конференции, Москва 19 – 20 октября 2006. – С. 55 – 60.
5. Семенов О.Е., Шапов А.П. Геоморфологические условия развития дефляционных процессов и дисперсный состав песков Восточного Приаралья // Гидрометеорология и экология. – 1995. – № 4 – С. 76 – 98.
6. Семенов О.Е. Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь. – Алматы: ИП «Волкова Н.А.» – 2011. – 580 с.
7. Семенов О.Е. Моделирование переноса тяжелой быстро оседающей примеси воздушным потоком при бурях // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 3 – С. 5 – 35.

8. Barenblatt G.I., Golitsyn G.S. Local structure of Matyre Dust Storms // J. of the Atmospheric Sciences. – 1974. – Vol. 31. – № 7. – P. 1917-1933.
9. Chakrit Chotamonsak, Eric P. Salathé Jr, Jiemjai Kreasuwan, Somporn Chantara, Kingeo Siriwitayakorn. Projected climate change over Southeast Asia simulated using a WRF regional climate model. // Atmospheric Science Letters. – 2011. – vol. 12. – Issue 2, April/June. – P. 213-219.
10. Draxler, R.R. Forecasting dust storms using HYSPLIT. / The Sino – US Workshop on Dust Storms and Their Effects on Human Health – November 25 – 26, Raleigh, North Carolina, 2002.
11. Hai Bian, Xuexi Tie,, Junji Cao, Zhuming Ying, Suqin Han, Yong Xue. Analysis of a Severe Dust Storm Event over China: Application of the WRF-Dust Model // Aerosol and Air Quality Research. – 2011. – Vol. 11. – P. 419-428.
12. Kandler K., Schütz L., Deutscher C., Ebert M., Hofmann H., Jäckel S., Jaenicke R., Knippertz P., Lieke K., Massling A., Petzold A., Schladitz A.. Size distribution, mass concentration, chemical and mineralogical composition and derived optical parameters of the boundary layer aerosol at Tinfou, Morocco, during SAMUM 2006 / J. Tellus, Series B – Chem. and Phys. Meteorol. – 2009 – Vol. 61. – № 1. – P. 32-50.
13. Marticorena, B., Bergametti, G., Gillette, D., Belnap, J. Factors controlling threshold friction velocity in semiarid and arid areas of the United States.// J. Geophys. Res., 1997. – V. 102: – P. 23277-23287.
14. Wain A.G., Lee S., Mills G. A., Hess G. D., Cope M. E. and Tindale N. Meteorological overview and verification of HYSPLIT and AAQFS dust forecasts for the dust storm of 22 – 24 October 2002 / Bureau of Meteorology Research Centre, Australia – January 2006.

Поступила 05.11.2012

И.В. Каипов  
 Физ.-мат. ғылымд. канд. О.Е. Семенов  
 А.П. Шапов

### **АРАЛДЫҢ КЕПКЕН БӨЛІГІНЕН 2008 ЖЫЛДЫҢ 28...29 СӘУІРІНДЕ БОЛҒАН ШАНДЫ ДАУЫЛДАҒЫ АЛЕВРИТТІ АЭРОЗОЛДЫҢ ШЫҒУ САЛМАҒЫ**

*Алдында жарияланған, ИСЗ мәліметтерін қарастыра отырып қысым алаңын, жел жылдамдығы және динамикалық жылдамдығын есептеу WRF мезомасштабты гидродинамикалық моделі арқылы*

шаңды дауыл кезінде тасымалданатын бөлшектер салмағын есептеу әдістемесі бойынша 2008 жылдың 28...29 сәуінде болған күшті дауылда Үлкен Аралдың кепкен бөлігінің түбінен шыққан алевритті және тұзды бөлшектер салмағы бағаланған. Априори мәлиерімен алевритті бөлшектер үлестірілімі логарифмді функцияның орташа геометриялық өлшемімен берілген: есептеудің бірінші нұсқасы бойынша –  $x_0 = 50$  мкм,  $\sigma_{\lg x} = 0,23$  және екіншісі үшін  $x_0 = 35$  мкм,  $\sigma_{\lg x} = 0,27$  мкм. Әртүрлі жел жылдамдығы кезіндегі бөлшектер салмағының қатты ағымының тік кескіндері есептелген. Дауыл сыртына шығарылған сәйкес мәлиердегі бөлшектер үшін аэрозоль салмағы 2,6 және 5,4 млн. т жетті.



УДК 55:502.64.185

Канд. техн. наук Н.Р. Муратова \*  
Канд. геогр. наук С.М. Северская \*  
Канд. с.-хоз. наук Н.Э. Бекмухамедов \*

## ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПАСТБИЩ ПО ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫМ ДАННЫМ И НА ОСНОВАНИИ КОСМОСНИМКОВ РАЗНОГО РАЗРЕШЕНИЯ

*ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ,  
ПОДСПУТНИКОВЫЕ ПОЛИГОНЫ, ВЕГЕТАЦИОННЫЕ ИНДЕКСЫ,  
СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОБРАЗЫ*

*В работе был проанализирован весь объем наземной информации по зеленой биомассе и получен хороший отклик со спутниковых данных на продуктивность пастбищ. На основании исследований авторов, для характеристики продуктивности растительного покрова по спутниковым данным можно использовать вегетационные индексы NDVI и SAVI по снимкам MODIS и LANDSAT.*

Экологическое состояние пастбищных ландшафтов и их продуктивность тесно связаны с природными особенностями территории, интенсивностью пастбищных нагрузок, их типами. Вследствие нерегулируемого выпаса на пастбищах меняется видовой состав растений, а именно: выедаются наиболее ценные кормовые виды трав, вытаптывается, выбивается и становится разреженным травяной покров.

Исследования по оценке состояния и продуктивности природных кормовых угодий по космическим снимкам необходимо проводить в динамике, включая исследования одних и тех же районов за ряд лет. Это связано с тем, что дистанционные индикаторы экологической нестабильности и критерии их оценки, возможно, выявить в результате сравнительного анализа многолетних разновременных космических снимков.

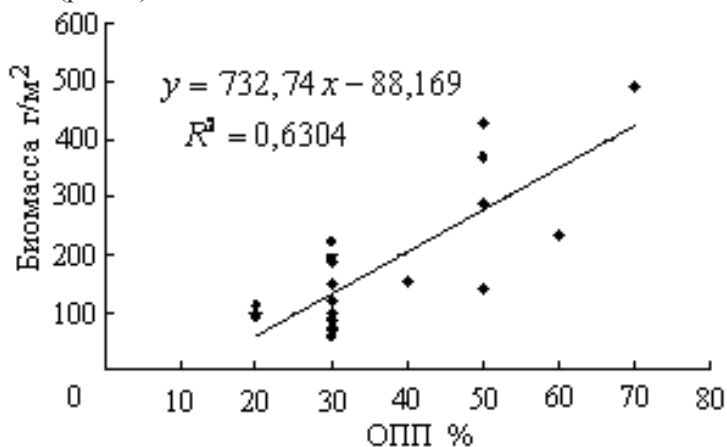
Большое внимание в исследованиях авторы уделили определению проективного покрытия. Проективное покрытие – проекция растений на поверхность почвы, позволяет судить о характере размещения растений, полноте использования ими пространства и их численности. Различаются: общее

---

\* Институт космических исследований, г. Алматы

покрытие почвы (ОПП) всеми растениями, ярусное – покрытие растениями одного яруса, частное покрытие растениями одного вида. Оценивается покрытие в процентах обычно глазомерно опытным исследователем. Авторы усовершенствовали метод определения ОПП, используя для этого фотокамеру в поле, а в процессе камеральной обработки снимков применили алгоритм ISODATA. В исследованиях определялось ОПП, которое в процессе камеральных работ помогло, через вклад почвы в спектральный образ, более точно определить разреженность травостоя и сбитость пастбищ.

Знание проективного покрытия необходимо для дальнейших определений продуктивности растительности при тематической интерпретации спутниковых данных. Анализ проведенных наземных исследований показал прямую зависимость этих двух параметров – проективного покрытия и продуктивности (рис. 1).



*Рис. 1. Взаимосвязь общего проективного покрытия почв и величины зеленой биомассы по наземным данным.*

Как видим на приведенном графике, при одинаковом ОПП продуктивность может значительно меняться, это зависит от видового состава растительности, наличия грубо стебельных растений, кустарников и т.д.

Полученные данные по проективному покрытию почв и продуктивности легли в основу анализа спутниковых данных различного пространственного разрешения. На данном этапе работы авторы оценивали продуктивность через величину зеленой биомассы на основании данных, собранных в полевой период на подспутниковых полигонах.

При выборе вегетационных индексов мы остановились на NDVI и SAVI, как наиболее информативных при дистанционной характеристике рас-

тительного покрова. Расчет вегетационных индексов для определения продуктивности растительного покрова проводился по наземным данным на основе спектрометрических измерений гиперспектрометром FIELDSPEC и спектрометра CROPSCAN, а также по космическим снимкам различного пространственного разрешения – NOAA, MODIS и LANDSAT.

Изучение продуктивности проводилось как по учетным площадкам тестовых участков (до 4-х на каждом), так и по средним значениям продуктивности по всему участку. Площадки выбирались с учетом различий в общем проективном покрытии и, соответственно, в величине зеленой биомассы, которая в зависимости от типа растительности была различной иногда и при одинаковом ОПП.

Результаты расчета вегетационных индексов для учетных площадок приведены на рис. 2.

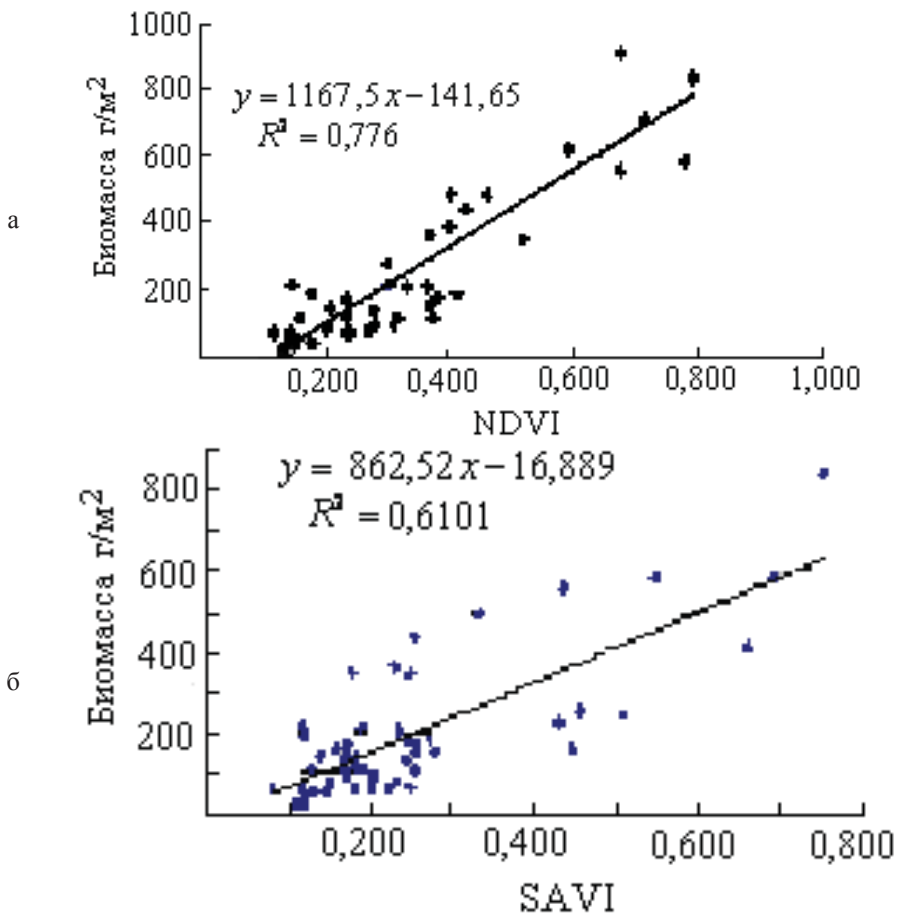
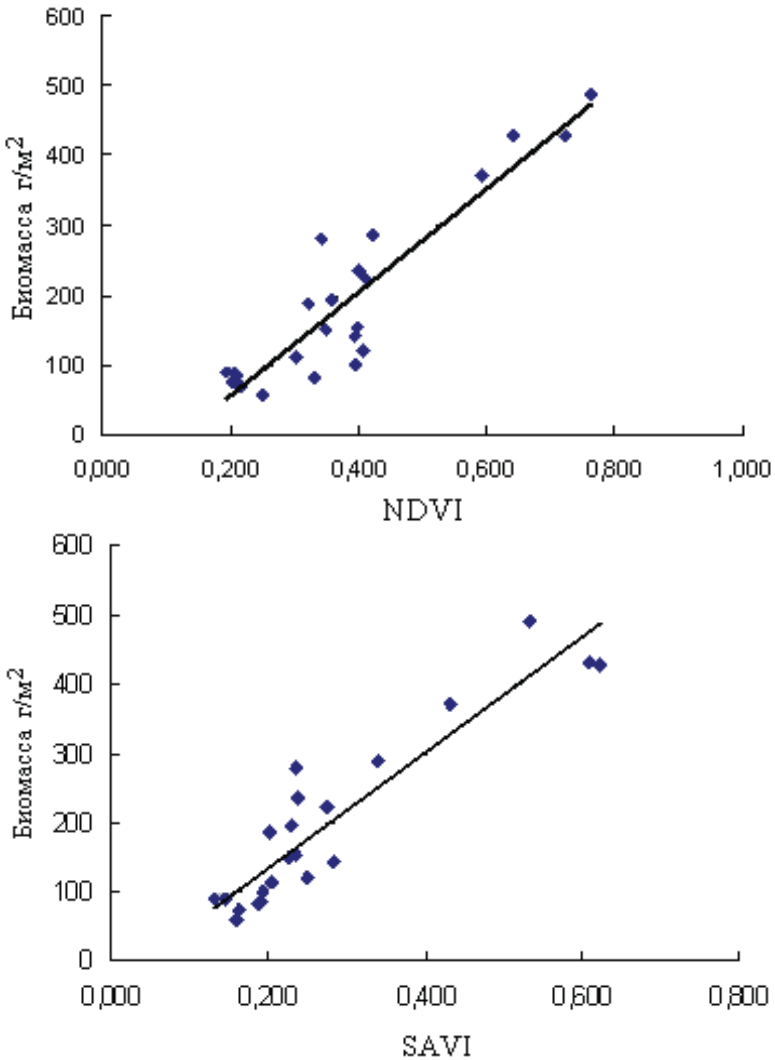


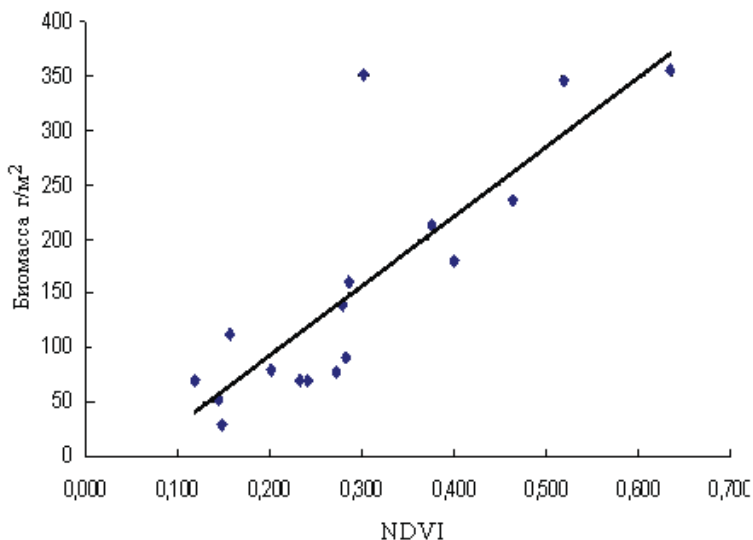
Рис. 2. Зависимость вегетационных индексов от величины зеленой биомассы на учетных площадках полигонов «Бозой» (а) и «Шетский» (б).

Результаты расчета вегетационных индексов для тестовых участков приведены на рис. 3.

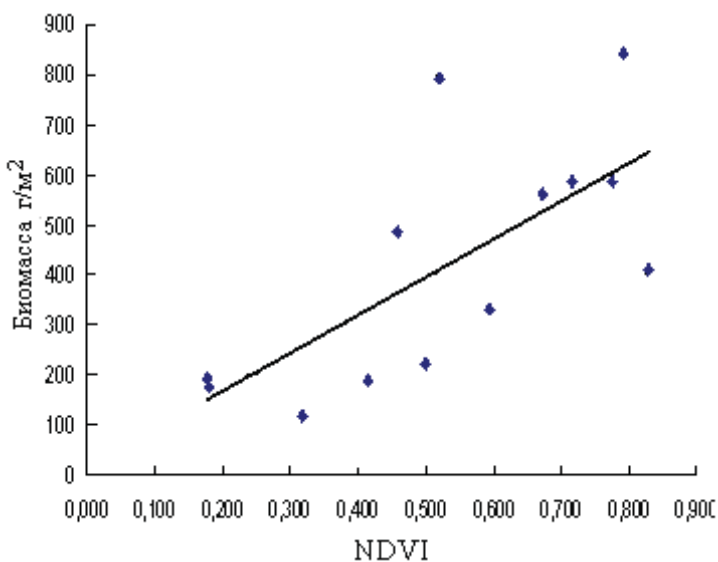


*Рис. 3. Зависимость вегетационных индексов от величины зеленой биомассы на тестовых участках.*

Эти графики указывают лишь на то, что индексы NDVI и SAVI в различной степени отражают наличие растительности. Более верно при наших исследованиях изучать величины индексов и величину биомассы для определенных растительных группировок, чтобы через их зависимости выйти на расчеты продуктивности конкретного типа растительности. С этой целью были выбраны контура однотипной растительности: полынно-типчаковой и злаково-луговой (рис. 4).



*Полынно-типчаковая растительность*



*Злаково-луговая растительность*

*Рис. 4. Зависимость вегетационного индекса NDVI от величины зеленой биомассы разных видов растительности.*

Расчеты вегетационных индексов по наземным данным спектрометрических и биометрических измерений и величины зеленой биомассы легли в основу построения кривых зависимости NDVI от величины зеленой биомассы. Полученные зависимости (прогнозные кривые) могут служить основой прогноза продуктивности пастбищ данного типа.

Определение зависимости величины индексов NDVI и SAVI по спутниковым данным проводилось по космическим снимкам различного пространственного разрешения – NOAA, MODIS и LANDSAT. В работе использованы следующие космические снимки: NOAA за 15.06.2011 г., MODIS за 18 и 22.06. 2011 г., LANDSAT за 4.05 и 10.06 2011 г.

По снимкам NOAA реакция вегетационных индексов на биомассу по наземным данным отсутствует. Это понятно, размеры тестовых участков могут составлять до 1 км<sup>2</sup>, но они имеют неправильную форму и никак не вписываются в размер пиксела NOAA.

Иной результат мы получили при обработке данных со спутников MODIS и LANDSAT (рис. 5 и 6).

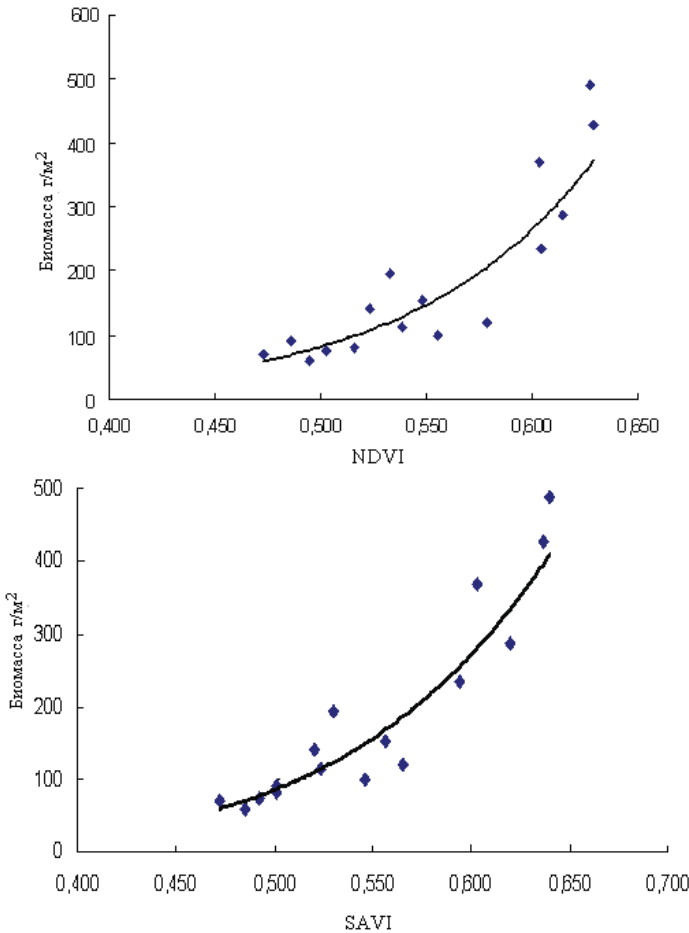
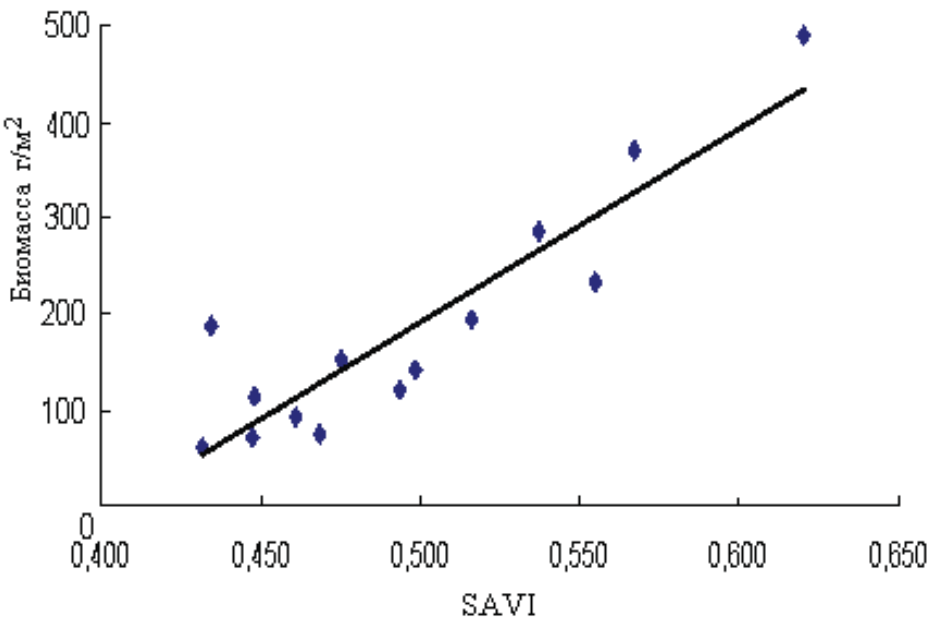
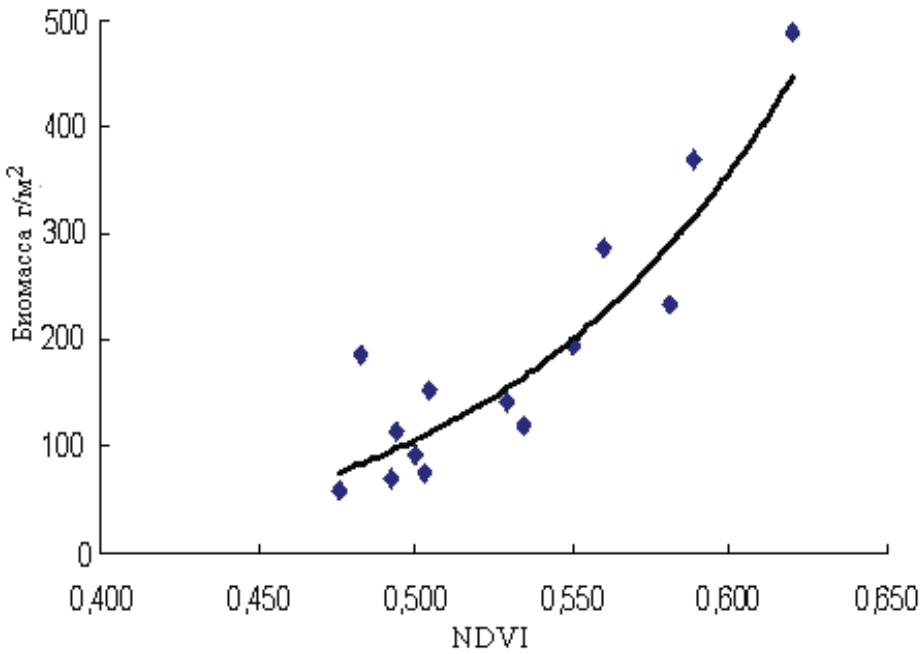


Рис. 5. Зависимость вегетационных индексов NDVI и SAVI от продуктивности по данным спутника MODIS для сухостепной и пустынной растительности пастбищ.



*Рис. 6. Зависимость вегетационных индексов NDVI и SAVI от продуктивности по данным спутника LANDSAT.*

В данном случае мы анализировали весь объем наземной информации по зеленой биомассе и получили хороший отклик со спутниковых данных на продуктивность пастбищ. Считаем, что для последующего анализа и расчета

продуктивности растительного покрова на территории Казахстана можно использовать данные со спутников MODIS и LANDSAT.

Таким образом, на основании наших исследований, можно отметить, что для характеристики продуктивности растительного покрова по спутниковым данным можно использовать вегетационные индексы NDVI и SAVI по снимкам MODIS и LANDSAT.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратова Н.Р., Северская С.М., Курочкина Л.Я. Методические основы подспутниковых наблюдений растительного покрова // Серия «Казахстанские космические исследования». Т.6: «Прикладные космические исследования в Казахстане». – Дайк-пресс. – 2010. – С. 38-48.

Поступила 6.06 2012 г.

Техн. ғылымд. канд. Н.Р. Муратова  
Геогр. ғылымд. канд. С.М. Северская  
А-шар. ғылымд. канд. Н.Э. Бекмухамедов

#### **ТАБИҒИ ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ ЖАҒДАЙЛАРЫН ГИПЕРСПЕКТРАЛЬДЫ МӘЛІМЕТТЕРМЕН ЖӘНЕ ӘР ТҮРЛІ ДӘЛДІКТЕГІ ҒАРЫШТЫҚ СУРЕТТЕР НЕГІЗІНДЕ АРАҚАШЫҚТЫҚТАН БАҒАЛАУ**

*Жұмыс барысында өсімдіктер жамылғысы бойынша жерде жүргізілген ақпаратқа қорытынды жасалынды және жайылымдардың өнімділігіне байланысты жақсы серік мәліметтері алынды. Біздің зерттеулерге сүйене отырып, серік ақпараттарынан өсімдік жамылғысының өнімділігін сипаттайын NDVI және SAVI вегетативті индекстерін қолданса болады, MODIS және LANDSAT суреттері бойынша.*



УДК 551.501;551.508

М.А. Мусаева \*

**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА  
ЗИМОЙ И ЛЕТОМ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ  
БОЛЬШОГО КАВКАЗА***БОЛЬШОЙ КАВКАЗ, ПЛОЩАДЬ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, РЕ-  
ЛЬЕФ, КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ, МОДУЛЬНЫЙ КОЭФФИ-  
ЦИЕНТ, КОЭФФИЦИЕНТ АСИММЕТРИИ, СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ  
СКЛОН*

*В работе исследованы многолетние колебания температуры воздуха на северо-восточной части Большого Кавказа. Было выявлено, что температура воздуха увеличилась зимой приблизительно на 0,7 °С, летом 0,9 °С за период с 1991 по 2009 гг.*

Метеорологические элементы, в том числе температура воздуха и атмосферные осадки являются основными факторами, отражающими физико-географические, природно-ландшафтные, экологические, социально-экономические, в том числе и гидрологические особенности того или иного региона. С этой точки зрения работа посвящена выявлению закономерностей в многолетних изменениях температуры воздуха на северо-восточной части Большого Кавказа, что представляет собой большой научный и практический интерес в решении разнообразных гидрологических задач. Здесь можно отметить, что различные аспекты многолетней изменчивости температуры воздуха по территории республики исследовались такими известными учеными как Э.М. Шыхлинским [3], С.Г. Сафаровым [5, 6], Ю.Д. Гадиевым [1, 2] и другими исследователями.

Нами же исследованы многолетние изменения зимних и летних величин температуры воздуха. В качестве исходного материала были использованы среднемесячные температуры воздуха за период 1961...2009 гг. по метеорологическим (М) станциям Губа (550 м), Хачмас (27 м), Хыналыг (2301 м), Халтан (1104 м), Гырыз (2006 м), Алтыгадж (1099 м), которые расположены на равнинной, предгорной и высокогорной территории исследуемого региона.

---

\* Министерство экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики, Гидрометеорологический НИИ. Баку, Азербайджан

При проверке репрезентативности используемых рядов температуры воздуха, основное внимание уделено восстановлению потерянных данных и приведению короткорядных данных к длиннорядным. Для этого использован хорошо известный метод, который с успехом используется в решении задач по изменению климата [4].

Для выявления многолетней тенденции изменения температуры воздуха в этом регионе также был использован метод разности [4] и метод линейного тренда. С помощью метода разности сравнивались среднеемноголетние значения зимней и летней температур за периоды 1991...2009 гг. и 1961...1990 гг., а с помощью линейного тренда оценивались изменения температуры за период 1961...2009 гг.

При обработке исходных данных были вычислены такие статистические характеристики, как средние значения исследуемых рядов за периоды 1961...1990 гг. ( $t_1$ ) и 1991...2009 гг. ( $t_2$ ), среднеквадратические отклонения за эти же периоды ( $\sigma_1$ , °C) и ( $\sigma_2$ , °C), уравнения линейного тренда многолетней динамики за период 1961...2009 гг. и их коэффициенты корреляции ( $r$ ), а также интегральные величины аномалий температуры воздуха.

По методу разности, в зимнем сезоне внутригодовая изменчивость температуры воздуха в 1991...2009-х годах в целом была мала по сравнению с периодом 1961...1990-х годов (табл. 1). Исключение составили данные по М Хыналыг и М Халтан, по-видимому, это можно объяснить тем, что некоторая часть данных этих станций были восстановлены расчетным путем.

Таблица 1

Параметры изменения зимней температуры воздуха за 1961...1990 и 1991...2009 гг.

Станция	$t_1$ , °C	$t_2$ , °C	$t_2 - t_1$ , °C	$\sigma_1$ , °C	$\sigma_2$ , °C
Губа	0,3	1,1	+0,8	1,9	1,3
Хачмас	2,6	3,1	+0,5	1,3	1,1
Хыналыг	-3,5	-3,3	+0,2	1,5	1,8
Халтан	-1,8	-1,3	+0,5	1,0	1,7
Гырыз	-3,4	-3,3	+0,1	2,1	1,6
Алтыгадж	-0,6	0,1	+0,7	2,2	1,6

На северо-восточном склоне Большого Кавказа за период 1991...2009-е годы зимняя температура воздуха по сравнению с 1961...1990 годами увеличилась (табл. 1, 2). Итак, зимой температура воздуха возросла

примерно на М Губа на 0,8 °С, М Хачмас на 0,5 °С, М Алтыгадж на 0,7 °С, М Халтан на 0,5 °С, М Хыналыг на 0,2 °С и М Гырыз на 0,1 °С.

Таблица 2

Параметры изменений летней температуры воздуха  
за 1961...1990, 1991...2009 гг.

Станция	$t_1$ , °С	$t_2$ , °С	$t_2 - t_1$ , °С	$\sigma_1$ , °С	$\sigma_2$ , °С
Губа	20,5	21,2	+0,7	1,3	1,2
Хачмас	22,8	23,7	+0,9	1,2	1,1
Хыналыг	12,7	13	+0,3	0,7	2,9
Халтан	18,5	18,7	+0,2	0,8	1,1
Гырыз	12,6	13,4	+0,8	1,1	1,3
Алтыгадж	17,5	17,8	+0,3	2,2	2,0

Летом температура воздуха в течение последних 20 лет возросла в среднем: в Алтыгадже на 0,3 °С, в Хыналыге на 0,3 °С, в Губе на 0,7 °С, в Хачмаса на 0,9 °С, в Халтане на 0,2 °С и Гырызе на 0,8 °С.

Для уточнения изменения температуры воздуха за рассматриваемый период был использован метод линейного тренда. Были вычислены скорости изменения температуры воздуха за десятилетие ( $\Delta T/10$  лет, °С), изменения температуры воздуха за период 1991...2009 годы ( $\Delta T/19$  лет, °С), а также коэффициенты корреляции зависимостей изменения температуры воздуха по времени ( $r$ ), которые характеризуют статистические значимости изменения температуры воздуха. Как указано в [8], при длине ряда метеорологических элементов равной 19 лет, нижняя граница статистически значимых значений коэффициента корреляции составляет 0,28.

За 49 лет на северо-восточном склоне Большого Кавказа зимняя температура воздуха, за исключением М Хыналыг (-0,3 °С) и М Гырыз (-0,7 °С), увеличилась на 0,7...1,6 °С (табл. 3). Но все эти изменения оказались статистически незначимыми, так как, для всех станций коэффициенты корреляции линейного тренда оказались меньшими 0,28 (кроме М Губа). Это говорит о том, что подобные изменения носили случайный характер.

Из данных табл. 4 видно, что за период 1991...2009 гг. летняя температура (по методу линейного тренда) увеличилась на 0,2...8,1 °С, с наименьшим значением в Алтыгадже и с наибольшим значением в Хыналыге. Только в Алтыгадже увеличение летней температуры оказались статистически значимым.

Таблица 3

Некоторые статистические характеристики временных рядов зимней температуры воздуха

Станция	$\Delta T/10$ лет, °С	$\Delta T/49$ лет, °С	Коэффициент корреляции, г
Губа	0,32	1,56	0,32
Хачмас	0,20	0,97	0,23
Хыналыг	-0,06	-0,3	0,02
Халтан	0,10	0,49	0,04
Гырыз	-0,13	-0,7	0,10
Алтыгадж	0,15	0,73	0,11

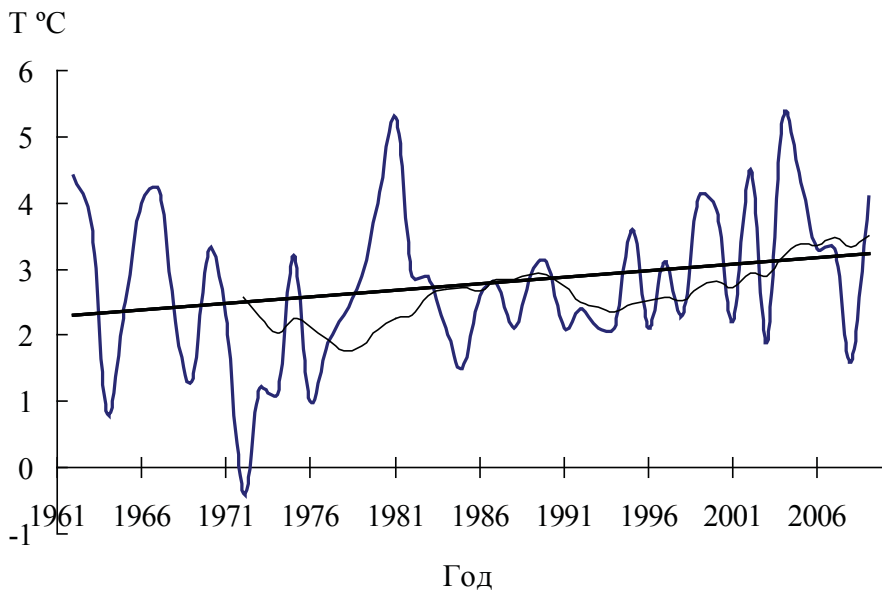
Таблица 4

Некоторые статистические характеристики временных рядов летней температуры воздуха

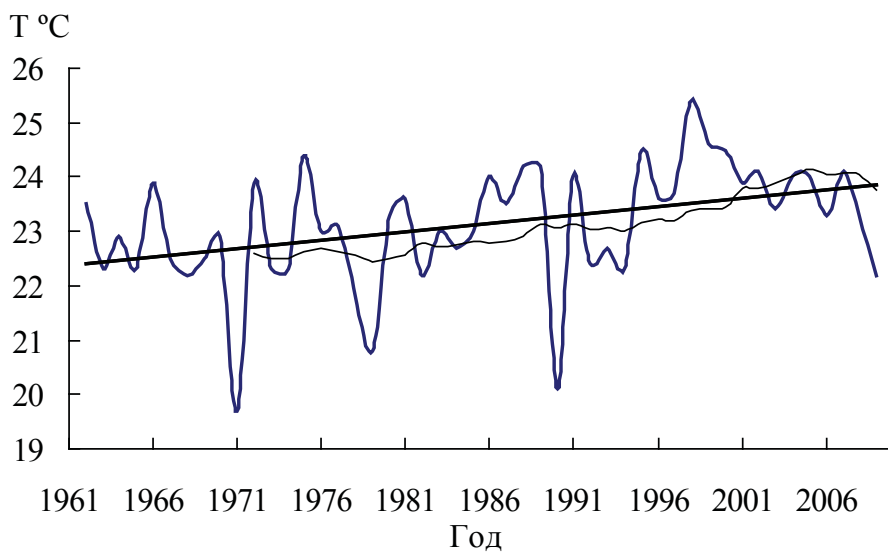
Станция	$\Delta T/10$ лет, °С	$\Delta T/49$ лет, °С	Коэффициент корреляции, г
Губа	0,35	1,7	0,38
Хачмас	0,30	1,5	0,38
Хыналыг	1,66	8,1	0,46
Халтан	0,52	2,5	0,36
Гырыз	0,30	1,5	0,36
Алтыгадж	0,08	0,21	0,06

Для всех станций были построены графики изменений во времени сезонных величин температуры воздуха, а также графики изменения интегральных величин накопленных сумм аномалий. На рис. 1-2 в качестве примера они проведены для М Хачмас. Анализ графиков показал, что для всех станций прослеживается тенденция повышения температуры.

Как известно, температура воздуха в атмосфере уменьшается с высотой. Средняя многолетняя годовая температура изменяется от 7...8 °С у подножья гор до 4...5 °С на высоте 2300 м и близка к температуре апреля. В теплый период года (апрель-ноябрь) эта закономерность выражена почти прямой линией с градиентом 0,54...0,58 °С на 100 м. В холодный период распределение температуры носит более сложный, инверсионный характер [2]. Благодаря фенам и оттоку холодного воздуха на предгорную равнину в зоне до 1500 м осенью и весной температура почти не меняется по высоте, а с декабря по февраль даже повышается в среднем на 0,4 °С на каждые 100 м. Выше наблюдается однообразное падение температуры с градиентом 0,6 °С.

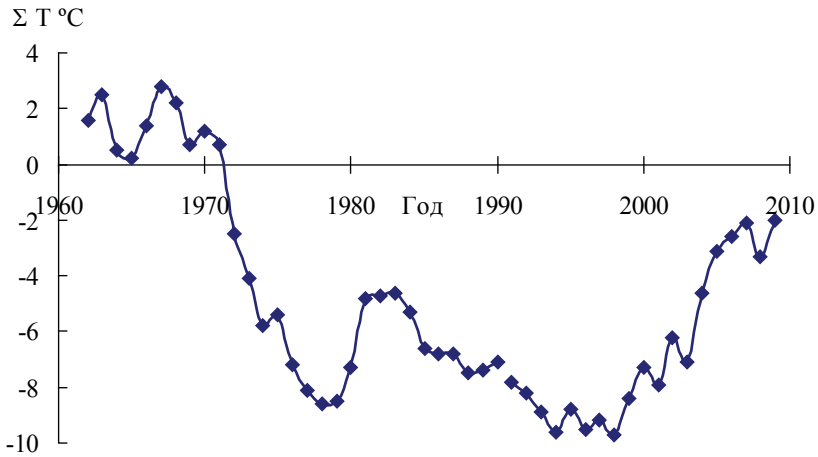


а)

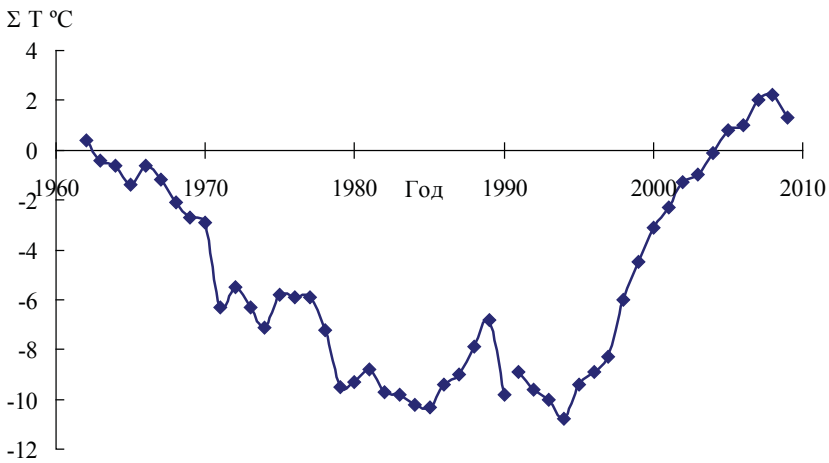


б)

*Рис. 1. Изменения во времени температуры воздуха на М Хачмас за период 1961...2009. а) зима, б) лето.*



а)



б)

Рис. 2. Изменение интегральных величин аномалий температуры воздуха на М Хачмас. а) зима, б) лето.

В среднем осенний переход температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  за пределами гор совершается в первой декаде ноября, с увеличением высоты дата сдвигается на более ранние сроки до конца октября на высотах 1300...1400 м и первых чисел октября на 2300...3000 м [7]. Переход весной в сторону положительных температур на высотах до 1500 м совершается почти одновременно, в первой декаде марта, а на больших высотах затягивается до первой декады мая. Продолжительность холодного периода под горами составляет более четырех месяцев, на высоте 1300...1400 м она уменьшается до трех с половиной месяцев, выше возрастает в среднем на 7...8 дней на каждые 100 м высоты. На высоте 2000 м холодный

период в среднем длится уже пять месяцев, а на высоте выше 2300 м более семи месяцев. Увеличение продолжительности холодного периода (периода снегонакопления) с высотой является важным фактором увеличения количества влаги, аккумулируемой в виде снега [7].

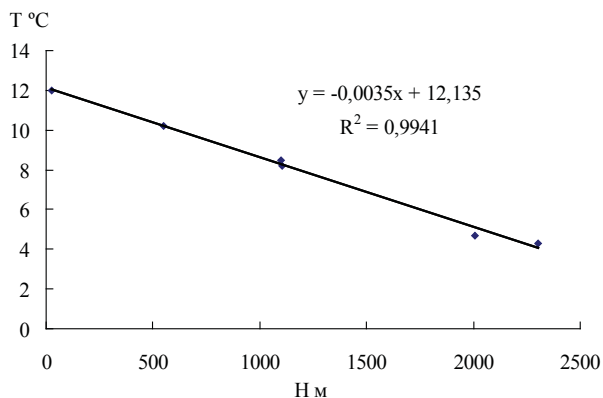
В табл. 5 были подсчитаны значения многолетней нормы за период 1991...2009 гг. ( $t_1$ ) и за период 1961...1990 гг. ( $t$ ). Установлено, что норма за период 1961...1990 гг. в среднем на 0,5...0,8 °С ниже нормы периода 1991...2009 гг. Этот факт свидетельствует, о повышении температуры воздуха начиная с 1990 года.

Таблица 5

*Изменение средней многолетней температуры воздуха за 1961...1990 гг. и 1991...2009 гг. по высоте в северо-восточной части Большого Кавказа.*

Станция	$t$ , °С	$t_1$ , °С	Высота, м
Хачмас	12	12,8	27
Губа	10,2	10,8	550
Алтыгадж	8,5	8,9	1099
Халтан	8,2	8,7	1104
Гырыз	4,7	5,2	2006
Хыналыг	4,3	5,0	2301

По этим данным были построены графики изменений по высоте многолетних величин температуры воздуха. Получилась отрицательная функциональная зависимость и коэффициент корреляции  $r = -0,99$  (рис. 3, 4).



*Рис. 3. Изменение средней многолетней температуры воздуха по высотам в северо-восточной части Большого Кавказа, за период 1961...1990 гг.*

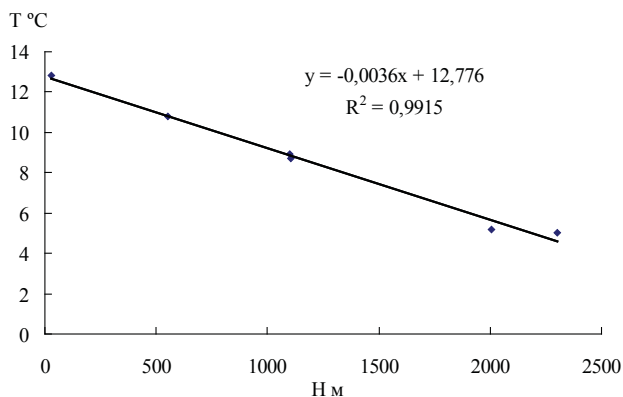


Рис. 4. Изменение средней многолетней температуры воздуха по высотам в северо-восточной части Большого Кавказа, за период 1991...2009 гг.

В табл. 6 приведены статистические характеристики среднегодовых температур воздуха за период 1961...2009 гг.

Таблица 6

*Некоторые статистические характеристики средних годовых температур воздуха за период 1961...2009 гг.*

Станция	$T$ , °C	$\sigma$	$C_v$	$C_s$	$r$
Хачмас	12,5	0,69	0,055	0,12	0,32
Губа	10,4	0,76	0,072	0,16	0,17
Алтыгадж	8,7	0,90	0,1	0,45	0,26
Халтан	8,6	0,75	0,087	-0,51	0,09
Гырыз	4,9	0,70	0,14	0,017	0,29
Хыналыг	4,8	1,1	0,22	-0,41	0,67

Для изучения климата высокогорных районов Большого Кавказа в 2009-ом году был создан научно-исследовательский центр «Комплекс гидрометеорологии и экологии» на высоте 2712 м. Для комплекса выбран район верховья р. Кусарчай; у подножья южной части г. Шахдага. На каждой из 3-х высот открыты автоматические метеостанции. Данные с этих метеостанций передаются в центр. Измеряются все метеорологические элементы. По данным 2010 года повышение температуры воздуха на станции Шахдаг начинается в середине марта, понижение в сентябре. Максимальные значения температуры воздуха за год были в конце июля, а минимальные в январе.

Средняя годовая температура воздуха на высотах 1000...1100 м составляет около 8,6...8,7 °C (Алтыгадж, Халтан), на высоте 2000 м – 4,9 °C



(Гырыз), на высоте 2300 м – 4,8 °С (Хыналыг), на уровне 2750 м – 4 °С (Шахдаг) и в ледниковой зоне – -4...-5 °С. В самые теплые месяцы года (июль и август) средняя температура воздуха на М Алтыгадж и М Халтан составляет 19,1...19,7 °С, на М Гырыз – 13,6 °С, на М Хыналыг 14,4 °С, на М Шахдаге – 12,5 °С.

Средние максимальные температуры воздуха на высоте 1000...1100, 2000, 2300, 2750 м и в ледниковой зоне составляют соответственно 24,8...21,8; 16,2; 20,0; 18,7. Абсолютные максимумы температуры на 13...14 °С больше, чем средние максимальные температура воздуха.

Средние минимальные температуры воздуха в самые теплые месяцы понижаются до 16,2...17,4 °С на высоте 1000...1100 м, 9,4 °С на высоте 2000 м, 10,9 °С на высоте 2300 м, до 6,5 °С на высоте 2750 м, до 4...5 °С в ледниковой зоне. Абсолютные минимумы температуры на 12...13 °С ниже, чем средние минимумы. При этом с высоты 2700 м и выше абсолютные минимумы во все месяцы отрицательные. С повышением местности годовые суммы положительных температур уменьшаются примерно на 130...170 °С на каждые 100 м высоты (в особенности для температур выше 10 °С и 15 °С), суммы отрицательных температур примерно на 30...60 °С на каждые 100 м высоты.

Сумма положительных средних суточных температур воздуха изменяется от 2666...3348 °С (на высоте 1000...1100 м) до 1806...2306 °С (на высоте 2000...2300 м). На ледниковую зону приходится 550...100 °С. Связь сумм положительных и отрицательных температур воздуха имеет криволинейный характер.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гадиев Ю.Д. Многолетние изменения температуры воздуха и оценка их ожидаемых значений. // Бюллетень Национального Климатического Центра Азербайджана – Баку. – 1999. – №3. – С. 23-26.
2. Гадиев Ю.Д, Ахмедова Г.Б. Некоторые закономерности сезонных и многолетних колебаний температуры воздуха в Азербайджане. // Изв. АН Азербайджана. Серия наука о земле. – 1992. – №3-6. – С. 61-67.
3. Климат Азербайджана. / Под ред. А.А. Мадатзаде, Э.М. Шыхлинского. – Баку: Изд-во АН Аз. ССР, 1968. – 343 с.
4. Рубинштейн Е.С. Однородность метеорологических рядов во времени и пространстве в связи с исследованием изменения климата. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 80 с.

5. Сафаров С.Г. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане. – Баку: Изд-во «Элм», 2000. – 297 с.
6. Сафаров С.Г. Особенности изменения климата на территории Азербайджана в зимнем сезоне. // Метеорология и гидрология. – 2003. – №5. – С. 44-54.
7. Соседов И.С. Исследование баланса снеговой влаги на горных склонах. – Алма-Ата: 1967. – 36 с.
8. Уланова Е.С, Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 198 с.

Поступила 12.11.2012

М.А. Мусаева

### **ҮЛКЕН КАВКАЗДЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНДЕГІ ҚЫС ЖӘНЕ ЖАЗДАҒЫ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ КӨПЖЫЛДЫҚ ӨЗГЕРУІ**

*Жұмыста Үлкен Кавказдың солтүстік-шығыс бөлігіндегі ауа температурасының көпжылдық тербелісі зерттелген. 1991 жыдан 2009 жыл аралығында ауа температурасы қыста 0,7 °С -ге, ал жазда 0,9 °С -ге көтерілгені белгілі болды.*

УДК 551.517.31.6

Канд. геогр. наук З.С. Аллахвердиев \*

**О ВЕТРО-ВОЛНОВОМ РЕЖИМЕ АПШЕРОНСКОГО МОРСКОГО РАЙОНА (НА ПРИМЕРЕ ОСТРОВА ПЕСЧАНЫЙ)***КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, СКОРОСТЬ ВЕТРА, НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА, ВОЛНЕНИЕ, АКВАТОРИЯ, ПОВТОРЯЕМОСТЬ, ОСТРОВ ПЕСЧАНЫЙ*

*В статье использованы многолетние (1980...1993 гг.) данные наблюдений за ветром и волнением на гидрометеорологической станции остров Песчаный. Анализируя средние многолетние годовые ветро-волновые показатели, выявлены новые данные об изменчивости гидрометеорологических условий на акватории.*

Остров Песчаный, расположенный восточнее Бакинской бухты по синоптико-климатическому районированию Каспийского моря входит в Апшеронскую морскую акваторию [2]. Поэтому при исследовании гидрометеорологических условий акватории использованы многолетние (1980...1993 гг.) четырех срочные наблюдения за ветром и волнением на гидрометеорологической станции (М) о. Песчаный.

Если учесть, что в ближайшие годы на Каспийском море будут выполнены крупные нефте-газовые проекты и Бакинский морской порт будет перенесен в район Алят-море, тогда можно ожидать интенсификацию движения Морского транспорта на этой акватории Каспия. В связи с этим необходимо наличие новых научных данных о ветро-волновом режиме акватории.

Из анализа изменения направления и скорости ветра по градациям за весенний сезон выявлено, что за рассматриваемое время северные и северо-западные ветры имели наибольшую (27,0 и 17,0 % соответственно), а западный ветер – наименьшую (2,2 %) повторяемость. В этот сезон ветры юго-восточного и южного направлений случались довольно часто (13,1 и 12,9 % соответственно) по сравнению с ветрами других направлений. На долю ветров со скоростями 1...14 м/с проходится 96,6 %, при этом, преобладающую часть их (28,7 %) составили ветры со скоростью 3...4 м/с.

\* Министерство экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики, Гидрометеорологический НИИ. Баку, Азербайджан

Весной доля штормовых ветров составляет 3,5 %, из которых 1,8 % приходится на ветры со скоростями 15...16 м/с, 1,5 % на ветры со скоростями 17...21,5 м/с, 0,2 % на ветры со скоростями 21,6...25,9 м/с и 0,02 % на ветры со скоростями 26...29 м/с.

За рассматриваемый период наблюдали волнения всех направлений, однако, между повторяемостями их имеются весьма большие различия. Так, волнения, наблюдавшиеся при северном (35,6 %) и южном (19,2 %) направлениях составили 54,8 %. Повторяемость каждого из шести остальных направлений не превышает 9,3 %. Отметим, что наименьшее волнение за весенний сезон наблюдалось при ветрах западного направления (1,6 %).

Высоты волн за весенний сезон не превышали трех метров. Повторяемость волн высотой 2,1...3,0 м составила 0,5 %, и они возникали при северных и северо-западных направлениях. Наибольшая повторяемость (31,3 %) за этот период наблюдалась у волн с высотами 0,26...0,5 м. Отметим, что волны с высотами 0,6...1,0 м также имеют довольно высокую (26,8 %) повторяемость, которая в совокупности с волнами высотой 0,26...0,5 м составляет 58,1 % от всех волн. Из проведенного анализа можно прийти к выводу, что в весенний сезон не возникают особо опасные волны. Наличие штилевых погодных условий в весенний сезон в акватории (9 %), также даёт основание для выше приведенного вывода.

В летний сезон на акватории также наиболее часто дуют ветры северного (37,8 %) и северо-западного (23,0 %) направления, а ветры южного (11,8 %) и юго-восточного (9,1 %) направлений по сравнению с остальными четырьмя направлениями повторялись довольно часто. Летом, как и весной, меньше всего дули западные ветры (3,1 %), но, летом, по сравнению с весной, был некоторый рост (0,9 %). В общем, 95,5 % ветров летом приходится на долю ветров со скоростями 1...14 м/с, из которых 27,3 % составляют ветры со скоростью 3...4 м/с. То, что касается штормовых ветров, их повторяемость за сезон равнялась 4,5 %, что на 1,1 % больше по сравнению с весной. Летом сильные ветры были в основном северного и северо-западного направления. Нужно отметить, что в этот период один раз наблюдался северный ветер, скорость которого достигала 29 м/с. Летом число штормовых дней доходила до 41, а штилевых дней – до 10. Таким образом, число штормовых и штилевых дней, летом больше, чем весной.

Летом, также, как и весной, наблюдались волны северного (49,0 %) и южного (10,4 %) направлений. Однако совокупно, повторяемость волн этих

направлений летом на 4,6 % больше, чем весной. Летом волн северного направления было на 13,4 % больше, чем весной. Повторяемость других шести направлений изменялась в пределах 2,0...6,9 %. Летом волны западного направления имели так же наименьшую повторяемость (2,0 %), однако, они были несколько (на 0,4 %) чаще, чем весной.

В летний сезон высоты волн не превышала трех метров. Наибольшую повторяемость (55,1 %) на акватории имели волны высотой в пределах 0,26...1 м. Довольно высокая повторяемость (21,5 %) наблюдалась и у волн с высотами в пределах 1,1...2,0 м. Несмотря на то, что летом наблюдаются сильные ветры, они, в рассматриваемом районе, не сформировали волн могущих создать особую опасность. Если так же учесть большое число штилевых погодных условий, то можно констатировать, что гидрометеорологические условия в исследуемом районе летом нельзя считать особо опасными.

В осенний сезон 96,8 % на акватории моря приходится на долю ветров со скоростями в пределах 1...14 м/с, из которых 27,3 % составляют ветры со скоростями 3...4 м/с и 22,7 % со скоростями 7...8 м/с. Осенью наибольшую повторяемость имеют северные (32,6 %), северо-западные (16,5 %), южные (4,6 %) и юго-восточные (11,2 %) ветры, а наименьшую – западные (2,1 %). Что касается штормовых ветров, осенью они случались реже (на 3,2 %), чем весной и летом, и наблюдались, в основном, при северном, северо-восточном и юго-западном направлениях. Отметим, что в осенний сезон максимальная скорость ветра была меньше, чем весной и летом, т.е. не более 26 м/с. Осенью в среднем 29 дней были со штормовой погодой и 8 дней со штилевой.

В осенний сезон, также как весной и летом, чаще наблюдались волны северного (38,6 %) и южного (13,6 %) направлений, а меньше – западного (1,7 %).

Однако, в отличие от весны и лета, осенью наблюдались волны с высотами в пределах 3,1...5,0 м, которые приходились, в основном, на долю северного и северо-западного направлений, а повторяемость волн с высотами в пределах 0,26...1,0 м в этот период составила 66,1 %.

Повторяемость волн доходящих до пяти метров высотой в осенний сезон составила 4,7 %, что дает право сделать вывод о наличии осенью на акватории особо опасных гидрометеорологических условий.

В зимний период, в отличие от других сезонов, часто дули ветры со скоростью 21,5 м/с. Ветры, со скоростями, доходящими до 26 м/с наблюдались

только при северном и северо-западном направлениях. Зимой так же наиболее часто повторялись ветры северного (26,2 %), северо-западного (18,8%) и южного (17,1%) направлений, в то же время, наблюдался некоторый рост западных ветров (4,0 %). На долю ветров со скоростями 1...14 м/с приходится 96,4 %. Зимой, так же как весной, летом и осенью наблюдались ветры со скоростью 3...4 м/с. Повторяемость штормовых ветров в зимний сезон в среднем наблюдалась в течение 33 дней (3,6 %). А штилевые дни уменьшились, по сравнению с другими сезонами, и составили около 3 дней.

Повторяемость волн по направлениям в зимний сезон имеет схожие и отличительные черты по сравнению с другими сезонами. Сходные черты состоят в том, что и в этом сезоне чаще наблюдались волны северного направления (32,1 %) и высоты волн доходили до трёх метров. А отличие состоит в том, что только зимой наибольшую повторяемость имеют волны юго-западного и западного направления (16,4 % и 3,2 % соответственно). Довольно часто наблюдались волны южного направления.

Зимой повторяемость волн с высотами в пределах 0,26...1,0 м составила 60,1 %. Штилевые погодные условия зимой повторялись в среднем в 6,2% случаев. Таким образом, из проведенного анализа можно заключить, что в зимний сезон ветры и волны северного и северо-западного направлений имеют опасную силу на исследуемой акватории.

В результате исследований на М о. Песчаный (1980...1993 гг.) ветры со скоростью до 21,5 м/с наблюдались при всех направлениях, а ветры со скоростями > 21,5 м/с – только при северном, северо-западном и западном направлениях. Наибольшую повторяемость на М о. Песчаный имеют ветры со скоростями 3...4 м/с (27,9 %) и 7...8 м/с (19,5 %), а по направлениям наименьшая повторяемость у западных ветров (2,9 %). Несмотря на малую повторяемость последних, скорости их могут достигать 21,5 м/с. Вообще, 96,1 % ветров за 14-летний период составляют ветры со скоростями в пределах 1...14 м/с. Повторяемость штормовых ветров была 3,9 %, что, в среднем равно 134-ем дням. Число штилевых дней в среднем 28. За исследуемый период два раза наблюдались ветры со скоростью 29 м/с, при северном и северо-западном направлении.

Из статистического анализа можно заключить, что на территории, прилегающие к М о. Песчаный в среднем за год 13 дней являются штормовыми. Несмотря на малое число штормовых дней нельзя забывать, что они являются опасными.

При анализе максимальных скоростей ветра, наблюдавшихся в акватории М о. Песчаный установлено, что за 14-летний период (1980...1993 гг.) один раз наблюдался ветер со скоростью 33 м/с, 5 раз – 28 м/с, 5 раз – 26 м/с, 4 раза – 25 м/с, 77 раз – 20...24 м/с и 56 раз – 15...19 м/с. Необходимо отметить, что сильные ветры наблюдаются в основном при трёх направлениях: север, северо-запад и юго-запад. Ветры с такими скоростями ещё раз свидетельствуют о наличии на акватории источника опасности.

Аналогичный статистический анализ проведен и для волнового режима. В многолетнем разрезе (1980...1993 гг.) преобладают волны северных (38,2 %), южных (14,7 %) и юго-западных (10,9 %) направлений. Повторяемость волн других румбов изменялась в пределах 2,3...8,3 %. За весь исследуемый период повторяемость волн с высотами 0,1...3,0 м составила 92,7 %, с высотами 3,1...5,0 м – 0,04 %. Высокие волны наблюдались при северном и южном направлениях, что объясняется сильными ветрами с севера и юга. Штилевые погодные условия составили 1,7 %. Таким образом, из анализа волнового режима за многолетний период (14 лет) на акватории М о. Песчаный можно сделать вывод, что существует вероятность сложных погодных условий при северных и южных ветрах, создающих волны высотой 3,1...5,0 м.

Анализ максимальных волн показывает, что чаще всего они наблюдались в 1985 году. Максимальная высота волны (5,7 м) наблюдалась 24 января 1985 года при юго-западном направлении. В этот период, в течение двух суток, дул юго-западный ветер со скоростями в пределах 12...15 м/с.

Вообще, между направлением ветра и направлением волн, наблюдающихся на акватории, выявлена сравнительно высокая корреляционная связь ( $r = 0,62$ ). А между скоростью ветра и высотой волны связь очень слабая ( $r = 0,2$ ), что можно объяснить тем, что М о. Песчаный находится в тени Апшеронского полуострова [1].

Таким образом, по результатам исследований можно прийти к выводу, что по гидрометеорологическим условиям морской район о. Песчаный нельзя считать безопасным. Потому, что один раз в десять лет можно ожидать повторение ветра со скоростью 36 м/с и волны с высотой, достигающей до 5,7 м.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абузяров З.К. Морские прогнозы – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 314 с.

2. Кошинский С.Д. Режимные характеристики сильных ветров на морях Советского Союза, Часть 1, Каспийское море. – Л.: Гидрометеоздат, 1975. – 412 с.

Поступила 12.11.2012

Геогр. ғылымд. канд.      З.С. Аллахвердиев

### **АПШЕРОН ТЕҢІЗ АУДАНЫНЫҢ ЖЕЛДІК-ТОЛҚЫНДЫ РЕЖІМІ ТУРАЛЫ (ПЕСЧАНЫЙ АРАЛЫ МЫСАЛЫНДА)**

*Мақалада Песчаный аралы гидрометеорологиялық станциясындағы жел мен толқынды бақылаудың көпжылдық (1980...1993 жж.) мәліметтері қолданылған. Желдік-толқындардың орташа көпжылдық көрсеткіштерін талдау арқылы су айдынының гидрометеорологиялық жағдайының өзгергіштігі жөнінде жаңа мағлұматтар табылды.*



УДК 551.515.3

Канд. с.-хоз. наук Б.К. Мамедов\*  
Ph. D. П.Р. Берлинер\*\***СТОК С ТАКЫРНЫХ ВОДОСБОРОВ***ТАКЫРНЫЙ ВОДОСБОР, КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА, ОБЪЕМ СТОКА,  
ВЛАГОПРОВОДНОСТЬ, КАРАКУМЫ*

*Описаны процессы формирования стока на малых водосборах в Каракумах, которые образовались в результате деградации крупных такырных массивов. Обладающие высоким коэффициентом стока, благодаря минимальным потерям на его образование, эти водосборы целесообразно использовать для защитного лесоразведения.*

Поверхностный сток играет большую роль при отсутствии пресных водных ресурсов. Благодаря своим физическим свойствам такыры выступают как природные водосборы в засушливых районах. Поколениями жители пустынь использовали поверхностный сток для водопоя животных и бытовых нужд. Последующее экстенсивное землепользование привело к тому, что такыры деградировали, т.е. их потенциал образовывать сток уменьшился. Это прямой результат антропогенного воздействия, их поверхность часто разрушается тяжелым автотранспортом, перевыпас на окружающих барханах ведет к вторжению подвижных песков и последующему зарастанию такыров [1]. Появление растительного покрова трудно назвать «деградацией», но все эти факторы ухудшают гидрофизические свойства такыров и их стокообразующую способность. Такырная поверхность разбивается грунтовыми дорогами и песчаными наносами на более мелкие площади, использование которых остается экономически эффективно.

С целью определения стоковых характеристик небольших такырных участков были проведены полевые опыты на такыре Каррыкуль (38°28' с.ш., 58°29' в.д.) в Центральных Каракумах. Для измерения параметров осадки-сток были заложены площадки длиной 100, 55, 30 и 15 м при общей ширине

\* Национальный институт пустынь, растительного и животного мира  
Министерства охраны природы Туркменистана, г. Ашхабад, Туркмения

\*\* Институт пустынь им. Блауштейна, Бенгурионовского университета,  
Израиль

20 м. Периметр каждой площадки ограничен земляными валиками. В пониженной части каждой стоковой площадки были сооружены бетонные резервуары, объем которых рассчитан на накопление максимального количества воды. В каждый из них был установлен прибор Diver (водолаз), регистрирующий изменение уровня воды в резервуаре для последующего расчета объема стока [8]. Предварительно прибор был откалиброван на необходимый диапазон глубины и температуры воды. Для измерения атмосферных осадков, скорости и направления ветра, влажности воздуха и солнечной радиации была установлена автоматическая метеостанция с накопителем данных [7]. Одновременно изучался коэффициент влагопроводности такыра в полевых условиях с помощью почвенного инфильтрометра. Его конструкция позволяет подавать воду на поверхность почвы под отрицательным давлением, так что поступление влаги определяется не напором водного столба, а всасывающей силой почвы.

Стокообразующие осадки наблюдались не каждый год или же ряд наблюдений был недостаточен, поэтому для анализа результатов использовались данные двух влажных сезонов (осень – зима – весна) 2001/2002 и 2002/2003 годов, когда сумма осадков, образовавших сток, были 104 и 85,2 мм соответственно. Даже, несмотря на то, что осадки за эти периоды не были одинаковыми, общий объем собранного стока для каждого сезона был сходным благодаря факту того, что в каждом из них наблюдалось по четыре случая дождей, которые образовали сток. Интересно отметить, что общий объем собранного стока за сезон был линейно зависим длине площадки или пути стекания воды по поверхности такыра (рис. 1). Результаты свидетельствует о том, что такыры небольших размеров имеют больший коэффициент стока. Хотя объемы воды, собранных с них пусть будут невелики, но в условиях пустынь их нельзя игнорировать.

Коэффициент стока был рассчитан как отношение слоя стока к слою выпавших осадков на единицу площади и результаты представлены в виде графика (рис. 2). Коэффициенты имеют низкое значение для небольших осадков (< 6 мм) и относительно постоянное значение для сильных дождей (> 12 мм). Большие колебания в значениях коэффициента стока присущи средним значениям стокообразующих дождей, возможно, по причине разной их интенсивности.

Для сравнения ниже приводятся величины стока для всего такыра Каррыкуль площадью 1,75 км<sup>2</sup> (рис. 3). Одно и то же количество осадков име-

ет заметное колебание в количестве стекаемой по такыру воды [5]. Очевидно, что на объем стока влияет состояние такырной поверхности: степень влажности, количество микропонижений, где бы могла застаиваться вода, активность грызунов и термитов, разрушающих такырную корку и т.п.

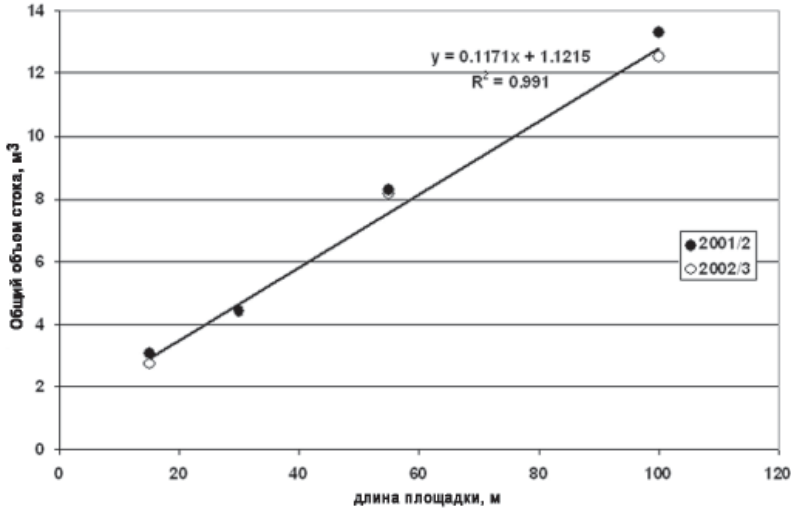


Рис. 1. Общий объем суммарного стока ( $m^3$ ) как функция длины площадки (поверхностного стекания) для двух сезонов наблюдения.

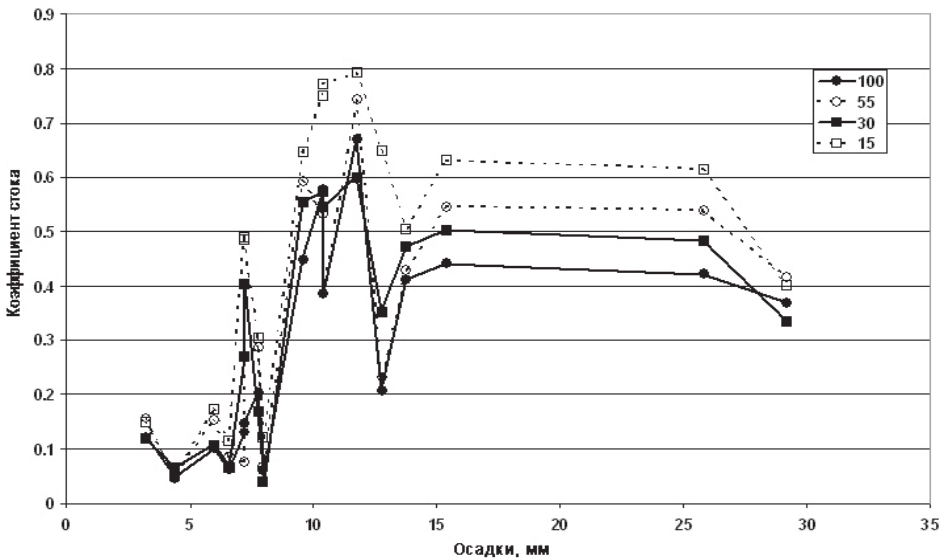
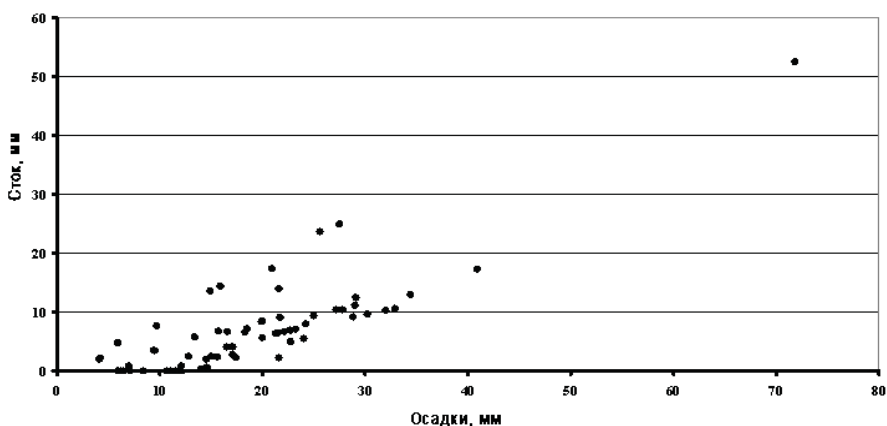


Рис. 2. Коэффициент стока для стокообразующих осадков за период наблюдения (числа в легенде обозначают длину площадок).



*Рис. 3. Объем стока на такыре Каррыкуль в зависимости от слоя выпавших осадков.*

Моделирование процессов образования стока показало, что три фактора имеют линейную зависимость с его объемом (скорость ветра, количество и продолжительность осадков). При этом скорость ветра и продолжительность осадков имеют негативное влияние, уменьшая количество стекаемой по поверхности такыра воды. Из-за факта того, что уклон такыра невелик, отмечены случаи, когда сильный ветер отгонял такырный сток в свое направление (иногда противоположное уклону местности). Продолжительность осадков связана с интенсивностью их выпадения, одно и то же количество осадков, различающееся по времени выпадения дает разный объем стока. Это связано с большими потерями стока, в частности на инфильтрацию.

На каждой из четырех стоковых площадок замеры влагопроводности осуществлялись в трехразовой повторности. В качестве примера ниже приводится один из результатов опыта в виде графика, полученного по результатам измерений на одной площадке, на остальных площадках получены примерно похожие результаты с небольшими отклонениями (рис. 4). Для расчета коэффициента влагопроводности использовалась модель Гарднера [6]. В отличие от коэффициента фильтрации, который характеризует водопродность почвы в условиях её полного насыщения водой, коэффициент влагопроводности относится к почвам ненасыщенным влагой, не является величиной постоянной, а зависит от влажности почвы. Влага, которую почва не успевает впитать в себя во время осадков и не застаивается в микропонижениях, формирует поверхностный сток на такырах.

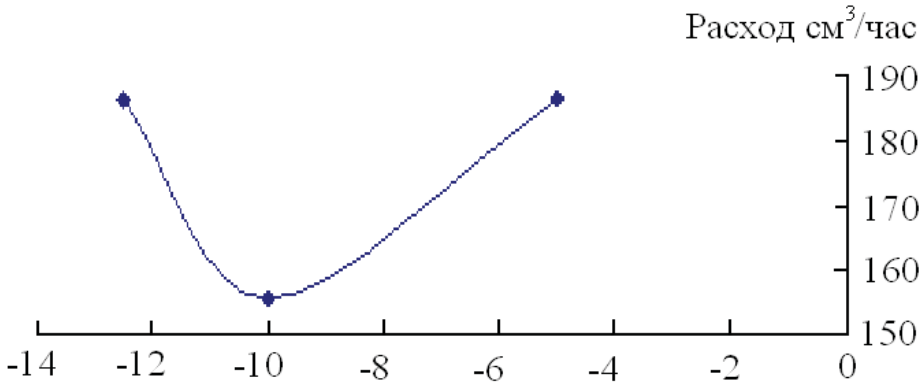


Рис. 4. Расход воды на инфильтрацию на такыре Каррыкуль.

Чем больше площадь такыра, тем больше потери стока на нем. Большие объемы стока, образующиеся на них во время ливневых осадков, трудно управляемы. Однако, такыры необходимо сохранять, даже небольшие их поверхности это природное богатство, значение которого трудно переоценить.

Расчеты [4] показывают, что общий объем стока с такыров в Каракумах составляет 122...170 м<sup>3</sup>/га в год. На малых такырных водосборах его годовое значение достигает 500...600 м<sup>3</sup>/га. В годы с засухой поверхностный сток незначителен или вообще отсутствует. По оценке [3] сток может отсутствовать один раз каждые три года, тогда как с небольших такыров его можно собирать каждый год. Учитывая небольшие объемы стока, по нашему мнению, его целесообразнее использовать для защитного лесоразведения на пустынных пастбищах, что позволит создать запас семян и благоприятные экологические условия для формирования растительности, а также защитить скот от неблагоприятных климатических факторов. Лесонасаждения способны трансформировать любые критические метеоусловия, вызывающие нарушения нормальных физиологических функций у животных, до оптимальных условий. Это обеспечивает повышение мясной продуктивности на 10...18 %, выживаемость и сохранность молодняка – на 8...15 %, настриг шерсти – на 7...12 % [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арнагельдыев А., Мамедов Б.К. Экосистемы глинистых пустынь Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. – 2011. – №3-4. – С. 45-47.
2. Виноградов В.Н. Значение лесных насаждений при освоении аридных территорий. / Бюл. ВНИАЛМИ. – Волгоград: 1977. – Вып. 1(23). – С. 3-8.

3. Кунин В.Н., Лещинский Г.Т. Временный поверхностный сток и искусственное формирование грунтовых вод в пустыне. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 54 с.
4. Лещинский Г.Т. О рациональном использовании временного поверхностного стока для обводнения пастбищ пустыни. – Ашхабад: Изд-во «Ылым», 1970. – 49 с.
5. Материалы наблюдений западно-туркменской воднобалансовой станции Бекибент, Туркменгидромет, 1967-1981. – 89 с.
6. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методич. руководство. / Под ред. Е.В. Шеина. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 200 с.
7. Catalogue and parts lists // Eijkelkamp agrisearch equipment. The Netherlands, 341 p. <http://www.eijkelkamp.com>.
8. Diver Manual // Van Essen Instruments. The Netherlands, 32 p. <http://www.vanessen.com>.

Поступила 25.09.2012

А.-шар. ғылымд. канд.      Б.К. Мамедов  
Ph. D.                              П.Р. Берлинер

### **ТАҚЫР СУЖИНАҒЫШТАРЫ АҒЫМЫ**

*Ірі тақыр алаптардың құлдырауы нәтижесіндегі Қарақұм кіші сужинағыштарындағы ағымның қалыптасу процестері суреттелген. Үлкен ағым коэффициенті бар, қалыптасуына минималды шығын кететін бұл сужинағыштар қорғаушы орман отырғызу үшін қолдануға ыңғайлы.*

УДК 556.182

Доктор геогр. наук

К.В. Цыценко \*

Т.И. Владимирова \*

**ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНОВ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ***ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, ОЦЕНКА, ИЗМЕНЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ*

*В статье рассматриваются многолетние колебания водных ресурсов бассейнов рек Центральной Азии, и обсуждаются вопросы, связанные с использованием земельных и водных ресурсов этого региона.*

К главным водным артериям Центральной Азии (ЦА) относятся реки Амударья и Сырдарья, являющиеся основными водными системами, образующими бассейн Аральского моря, в прошлом крупнейшего бессточного водоема этого региона. Большое природно-экономическое значение имеют также реки: Чу, Талас, Асса и водотоки Иссык-Кульской котловины. В пределах упомянутых бассейнов располагаются республики Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан и три области южного Казахстана.

Социально-экономическое развитие стран СНГ в ЦА самым тесным образом связано с водным фактором. Поэтому здесь всегда особое значение имели вопросы, связанные с оценкой ресурсов поверхностных вод речных бассейнов. Главный гидрологический институт (ГГИ) в течение многих лет неоднократно обращался к оценкам водных ресурсов указанных водосборов. Большой объем исследований был выполнен в бассейне Аральского моря [2, 8, 28]. Наряду с этим за многолетние периоды были определены водные ресурсы бассейнов рек: Чу, Талас и оз. Иссык-Куль [3, 12]. Продолжение исследований по указанной тематике было связано с необходимостью оценки влияния изменений глобального климата на величину водных ресурсов и гидрологический режим стока рек ЦА.

**Оценка водных ресурсов**

Ресурсы поверхностных вод определялись по суммарному годовому притоку рек из зоны формирования стока, к которой относятся горные систе-

\* Государственный Гидрологический институт, Россия, г. Санкт-Петербург

мы Тянь-Шаня и Памиро-Алая. При этом использовались данные о стоке рек, имеющиеся в распоряжении ГГИ, а так же материалы режимных наблюдений, полученные от национальных гидрометслужб Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана.

Оценки водных ресурсов всегда были связаны с действующей системой наблюдений в зоне формирования стока, табл.1.

Таблица 1

Динамика наблюдательной сети в бассейнах рек Центральной Азии

Бассейн	Год					
	1930	1960	1980	1990	2000	2006
Амударья	25	98	136	28	23	25
Сырдарья	39	146	138	71	41	40
Иссык-Куль	28	41	56	25	19	18
Чу	20	69	73	25	9	4
Талас	8	14	14	7	4	4
Ассы	1	22	28	1	-	-

На территории исследуемых бассейнов с 1930 г. с разной степенью интенсивности наблюдалось увеличение количества постов. Своего максимума наблюдательная сеть здесь достигла к середине 1970...1980-х годов. Во второй половине 1980-х годов наметился резкий спад, вследствие чего уже к 1990 г. число постов уменьшилось в 2...3 раза, к 2006 г. их количество сократилось до уровня 1930 г. В связи с этим пришлось прибегнуть к восстановлению значений годового стока. Восстановление характеристик стока осуществлялось в соответствии с [13] и программным обеспечением HydroStatCals (автор Кокорев А.В., методология Рождественского А.В. и Лобановой А.Г.)

Всего для оценки водных ресурсов были использованы данные (наблюденные и восстановленные) по 179 постам. В предлагаемой статье сведения о водных ресурсах приводятся применительно к створам на главных реках, замыкающих всю стокообразующую область рассматриваемых водосборов.

Расчет водных ресурсов производился за период с 1932 по 2006 гг., т.е. за 75 лет. Одновременно оценивалась и динамика среднегодового стока многочисленных рек, характеризующихся различными условиями их питания: от ледниково-снегового до снегово-дождевого [25]. Оценка водных ресурсов, не подверженных влиянию антропогенных факторов, осуществлялась для периода со стационарным климатом с начала 1930-х до середины 1970-х годов



и за последующие годы, когда стали прослеживаться глобальные изменения климата [4].

Результаты расчетов водных ресурсов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Водные ресурсы бассейнов рек и их изменения, км<sup>3</sup>/год

Бассейн	Водные ресурсы				
	1932...2006	1932...1977	1978...2006	Изменение за 1978...2006	
				км <sup>3</sup> /год	%
Амударья	78,8	77,4	81,1	3,7	5,0
Сырдарья	36,9	36,0	38,3	2,3	6,0
Иссык-Куль	3,86	3,73	4,05	0,32	6,8
Чу	4,28	4,16	4,47	0,31	7,5
Талас	1,50	1,46	1,57	0,11	7,5
Ассы	0,41	0,40	0,43	0,03	7,5

Как следует из этой таблицы, в целом за принятый в расчет промежуток времени, исследуемые характеристики не претерпели сколько-нибудь значительных изменений. Можно лишь отметить, что за период глобального изменения климата ресурсы поверхностных вод исследуемых водосборов не-сколько увеличились (на 5...8%), причем в наименьшей степени это коснулось бассейна Амударьи. Повышенная водность 1978...2006 гг. была обусловлена, главным образом, ростом приземной температуры воздуха [5, 14, 24].

Для статистической оценки выявленных изменений в колебаниях годовых значений водных ресурсов были определены их линейные тренды (табл. 3).

Таблица 3

Оценка значимости линейных трендов водных ресурсов по бассейнам рек Центральной Азии

Бассейн	Период	R <sup>2</sup>	R	δR	2δR	3δR	Значимость R > 2δR
р. Амударья	1932...1977	0,055	0,235	0,141	0,282	0,423	-
	1978...2006	0,0693	0,263	0,176	0,352	0,528	-
р. Сырдарья	1932...1977	0,0001	0,010	0,149	0,298	0,447	-
	1978...2006	0,2381	0,488	0,144	0,288	0,432	+
оз. Иссык-Куль	1932...1977	0,0133	0,115	0,147	0,294	0,441	-
	1978...2006	0,2675	0,517	0,138	0,276	0,414	+
р. Чу	1932...1977	0,0029	0,054	0,149	0,298	0,447	-
	1978...2006	0,3315	0,576	0,126	0,252	0,379	+

Бассейн	Период	R <sup>2</sup>	R	δR	2δR	3δR	Значимость R > 2δR
р. Талас	1932...1977	0,0006	0,024	0,149	0,298	0,447	-
	1978...2006	0,2406	0,491	0,143	0,286	0,429	+
р. Ассы	1932...1977	0,1729	0,416	0,123	0,146	0,369	+
	1978...2006	0,0248	0,157	0,184	0,368	0,552	-

За период с измененными характеристиками климата по большинству бассейнов (за исключением водосборов Амударьи и Ассы) отмечаются статистически значимые положительные тренды. Следует отметить, что в бассейнах рек Сырдарья, Чу, Талас и Иссык-Кульской котловины знак тренда изменился с отрицательного в 1932...1977 гг. на положительный в 1978...2006 гг.

Наряду с оценкой изменения водных ресурсов в бассейнах ЦА был выполнен и анализ колебаний годового стока отдельных рек этого региона. Отбор исследуемых водотоков осуществлялся с соблюдением обязательных условий: наличие за 1932...2006 гг. измеренных значений стока, отсутствие или минимальное количество лет с восстановленными величинами водности рек. Таким образом, было выделено около 50 рек. Повышение годового стока было отмечено у 76 % водотоков, а снижение – у 24 %.. Преимущественно повышение водности прослеживается на водотоках ледниково-снегового и снегово-ледникового питания, формирующих основной объем водных ресурсов. Увеличение или снижение стока рек других типов питания происходит примерно поровну. Какой-либо общей зависимости между климатическими изменениями стока горных рек с их площадью водосборов, средними высотами и количественными показателями типов питания  $\delta$  [25] установить не удалось. Можно лишь отметить слабую тенденцию к увеличению изменения водности рек в зависимости от уменьшения площади бассейнов. На рис. 1 представлено среднесноголетнее внутригодовое распределение стока рек всех типов питания, водность которых, так или иначе, изменилась под влиянием климатических факторов.

В целом форма гидрографов стока не претерпела заметных изменений. Не изменились и сами количественные показатели типов питания выделенных рек за 1978...2006 гг. Выявленные изменения находятся в пределах интервалов, предусмотренных в [25] и имеют к тому же разнонаправленный характер.

### **Использование земельных ресурсов**

Ведущее место в использовании водно-земельных ресурсов бассейнов рек Центральной Азии, несомненно, принадлежит орошаемому земледелию.

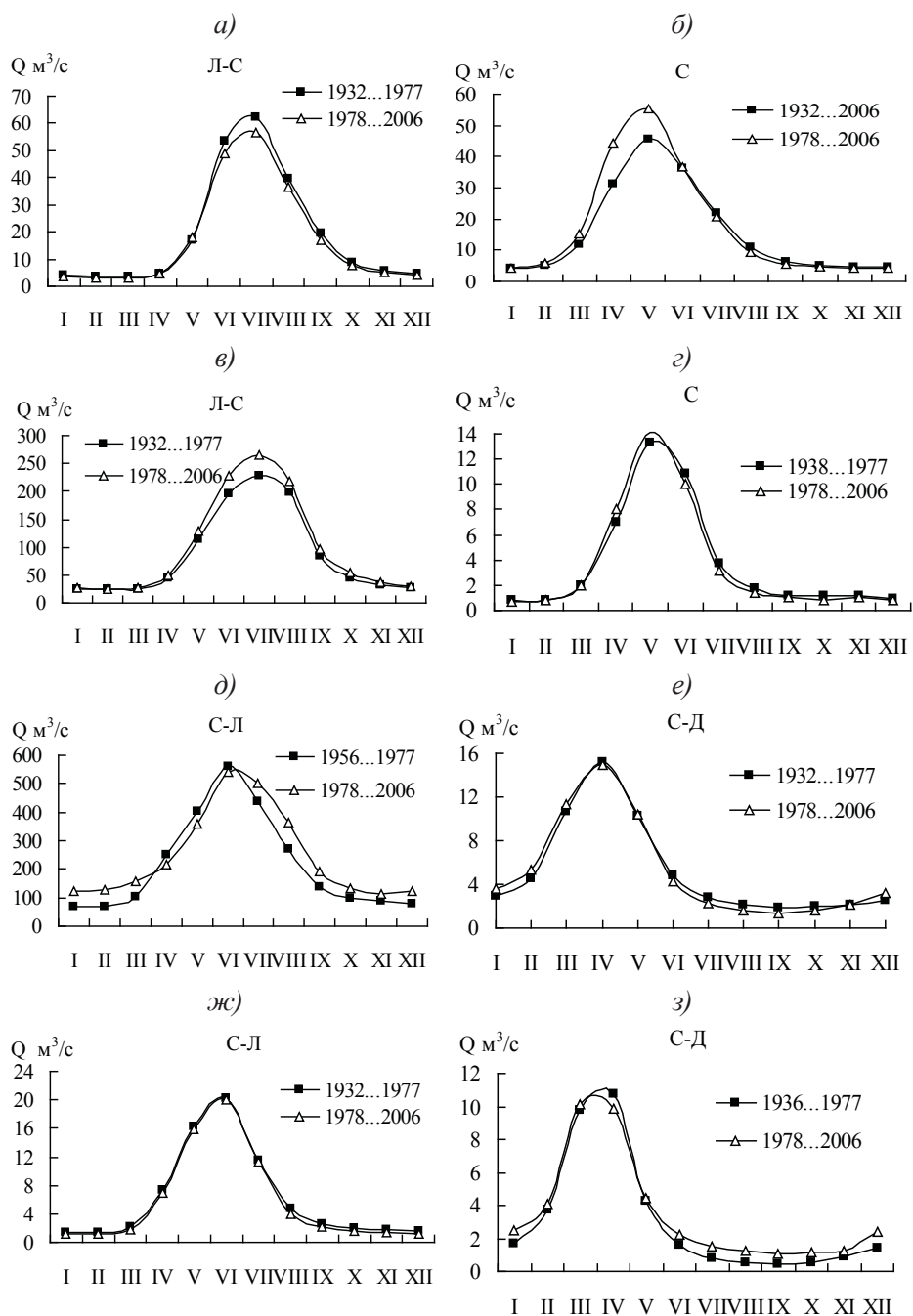


Рис. 1. Внутригодовое распределение стока рек с различным режимом питания в бассейнах Амударьи и Сырдарьи. а) р. Искандердарья – исток; б) р. Сангардак – к. Кинг-Гузар; в) р. Нарын – г. Нарын; г) р. Чадак – ур. Джулайсай; д) р. Чирчик – г. Газалкент; е) р. Кашкадарья – к. Варганза; ж) р. Яккабагдарья – к. Татар; з) р. Каттабугунь – с. Леонтьевка.

Основой для оценки развития и современного состояния ирригации в исследуемых бассейнах послужили материалы, имеющиеся в распоряжении ГГИ до 1991 г., которые частично были опубликованы в [9, 28, 29]. После распада СССР необходимые сведения были получены из статистических сборников стран СНГ [например, 19, 20 и др.], зарубежных изданий [26, 30], монографий, изданных в государствах Центральной Азии [14]. Весьма информативным в этом отношении явился и сайт МКВК (Узбекистан, г. Ташкент) – [www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net).

В подавляющей массе данные о наличии орошаемых земель и их использовании приводились ранее и приводятся сейчас по территории государств. Распределение же поливных земель по речным бассейнам осуществлялось периодически, главным образом, в рамках разработки схем КИОВР. В частности, за многолетний период такие материалы можно найти, например, в [21]. В ранее выполненных исследованиях ГГИ и в предлагаемой работе распределение площадей орошаемых земель по речным бассейнам осуществлялось с учетом особенностей размещения поливных фондов стран СНГ ЦА и их отдельных областей в пределах последних. Так, например, принималось во внимание расположение орошаемых земель Нарынской области Кыргызстана (Кочкорский район) в бассейне р. Чу, Сузакского района Южно-Казахстанской области в Чуйском бассейне, трех районов Согдийской области Таджикистана в бассейне Амударьи и т.п.

Анализ состояния и развития ирригации в рассматриваемых бассейнах охватывает полувековой период – с 1960 по 2010 гг. В указанном промежутке времени имело место как интенсивное расширение масштабов мелиоративного строительства в годы советской власти, так и замедление темпов развития ирригации после получения независимости государствами ЦА. Приводимые ниже сведения касаются в основном только данных о наличии земель с оросительной сетью. Материалы по фактическому использованию орошаемых земель имеются лишь в ограниченных размерах.

Данные о размерах площадей орошаемых земель не могут претендовать на абсолютную достоверность. Существуют различия, правда небольшие, между сведениями, помещенными на сайте МКВК и в сборниках Национальных статистических комитетов стран ЦА. Как правило, в указанных сборниках площади орошаемых земель оказываются несколько меньше аналогичных данных, приведенных на сайте МКВК. Не всегда и сами статистические данные могут являться надежными. По данным [22] ранее прирост орошаемых земель в

Туркменистане за 1990...2006 гг. оценивался в 972 тыс. га. Однако позднее, после уточнения, эта величина уменьшилась до 372 тыс. га. Сведения о величинах орошаемых земель и их динамики в исследуемых бассейнах приведены на рис. 2

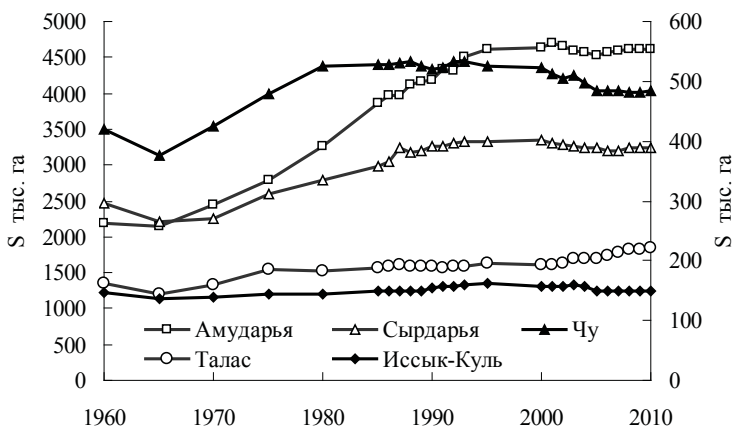


Рис. 2. Динамика площадей орошаемых земель в бассейнах рек Центральной Азии.

Наибольшее развитие орошение в ЦА получило в бассейне Амударьи, чему способствовало наличие соответствующих водных и земельных ресурсов. В настоящее время здесь сосредоточено свыше 4,6 млн. га или 53 % всего орошаемого фонда Центральной Азии. Второе место принадлежит Сырдарьинскому бассейну – 3,2 млн. га. На указанные бассейны приходится 90 % всех орошаемых земель этого региона. Далее в порядке убывания следуют бассейны рек Чу, Талас и оз. Иссык-Куль. В бассейне Аральского моря в 1960-е годы орошение преобладало в бассейне Сырдарьи, в последующие годы пальма первенства перешла к бассейну Амударьи.

В бассейне Амударьи ведущее место принадлежит орошаемым землям Узбекистана (53 %) и Туркменистана (36 %). Третью позицию занимает Таджикистан – 11 %. Ирригация Кыргызстана (бассейн р. Кызылсу) насчитывает всего несколько тысяч га. Орошение в Туркменистане в основном базируется на стоке Амударьи и водах рек Теджена и Мургаба. До строительства Каракумского канала стоком упомянутых водотоков обеспечивалось около 170 тыс. га. С вводом в эксплуатацию Каракумского канала значительная часть поливного фонда республики была переключена на водообеспечение из Амударьи. К середине 1970-х годов за счет местных водных ресурсов орошалось только 10 % поливных земель Туркменистана [16]. Рост водопотребления из Амударьи в эти годы привел к тому, что в гидрографических

границах Амударьинского бассейна размещалось лишь 40 % орошаемых земель республики и 50 % располагалось в зоне влияния Каракумского канала. В современных условиях по различным оценкам за счет Каракумского канала орошается порядка 1...1,2 млн. га [6, 23]. Приведенные площади орошаемых земель в бассейне Амударьи включают только сведения по странам СНГ. По-видимому, они являются заниженными из-за недоучета материалов по территории Афганистана. По данным [27] в начале 21 века в бассейне р. Кундуз насчитывалось 232 тыс. га орошаемых земель, из которых было использовано не более 70 тыс. га.

Ведущее место на орошаемых землях бассейна Сырдарьи принадлежит Узбекистану (57 %). На долю Казахстана приходится 23 %. Около 400 тыс. га здесь принадлежит Кыргызстану – 12 %. За принятый в расчет период относительный вклад орошаемых земель Узбекистана и Кыргызстана немного уменьшился на фоне роста аналогичных показателей в пределах Казахстана.

В бассейнах рек Чу и Талас преобладают орошаемые земли Кыргызстана, свыше 70 % в Чуйском бассейне.

Как видно на рис. 2 за годы Советской власти (1960...1991 гг.) на территории исследуемых бассейнов повсеместно отмечалось устойчивое увеличение площадей орошаемых земель, причем наибольший прирост (в 2 раза) имел место в бассейне Амударьи. На остальных водосборах увеличение площадей орошаемых земель не превысило 30 % по отношению к их уровню в 1960 г.

После 1991 г. государства ЦА оказались с возникшими водохозяйственными проблемами один на один. Прекратилось централизованное материально-техническое обеспечение и финансирование на содержание и развитие водохозяйственного комплекса этого региона. Перед государствами, которые только что стали независимыми встал вопрос, что делать дальше? Судя по имеющейся информации, основные усилия были тогда направлены на сохранение созданного в советский период уровня развития ирригации. Надо отметить, что в основном им это удалось – в отличие от России, где площадь мелиорируемых земель (орошаемых и осушаемых) сейчас уменьшилась более, чем в 2 раза [4]. Так, немного увеличилась площадь орошаемых земель в бассейнах рек Амударьи и Талас, практически не изменилась – в Сырдарьинском бассейне. Наиболее заметное снижение прослеживается в бассейне р. Чу – 13 %.

Несколько иная картина прослеживается в отношении фактического использования орошаемых земель. По отрывочным данным в настоящее время на территории Казахстана (Сырдарьинский бассейн) использовалось 74 % земель с оросительной сетью, а в бассейнах рек Чу и Талас – 65 % [17]. Согласно [7] в Чуйской долине на территории Казахстана и Кыргызстана в 1990 г. поливалось 95 % земель с оросительной сетью, в 2007 г. – только 71 %.

Немного стоит коснуться вопроса о структуре посевов на орошаемых землях, которая за многие десятилетия претерпела заметные изменения. Если в 1920...30 гг. в Центрально-Азиатском регионе преобладали посевы зерновых культур – 60...80 %, то в конце 1980-х годов в бассейнах Амударьи и Сырдарьи доминирующее положение уже занимали хлопчатник (53 %) и кормовые культуры (26 %). На долю зерновых тогда приходилось не более 16 %. В низовьях упомянутых рек в пределах Южного Казахстана и Каракалпакистана получили распространение посевы риса – наиболее водоемкой поливной культуры. После распада СССР на орошаемых землях исследуемого региона стала проследиваться общая тенденция к снижению посевов хлопчатника и увеличению площадей орошаемых земель под зерновыми культурами, в целях обеспечения продовольственной безопасности новых независимых государств. Это в определенной степени способствовало снижению водопотребления в сельском хозяйстве. Одним из элементов водосберегающих мероприятий стало и существенное уменьшение посевов риса на территории Казахстана в низовьях Сырдарьи [1].

### **Использование водных ресурсов**

Развитие ирригации в Центрально-Азиатском регионе базировалось на интенсивном использовании ресурсов поверхностных вод. Сбор материалов о водопотреблении в советский период в ГГИ осуществлялся непосредственно в республиканских Минводхозах с привлечением данных союзных и региональных проектных водохозяйственных организаций. После образования независимых государств на территории ЦА использовались данные статистических сборников стран СНГ, сведения опубликованные в изданиях, характеризующих использование и охрану природных ресурсов [10, 15, 11, 18 и др.], материалы, помещенные в сети Интернета.

Динамика суммарного водопотребления в бассейнах рек Центрально-Азиатского региона приведена на рис. 3.

Интенсивный рост площадей орошаемых земель до 1991 г, который к тому же сопровождался изменениями в структуре посевов (от менее вла-

гоекких к более влаголюбивым) обусловил существенный подъем объемов водопотребления речного стока. Отмеченный подъем продолжался почти повсеместно до 1985...1990 гг. при этом уровни водопотребления во всех бассейнах превысили показатели 1960 г. в 2 и более раза.

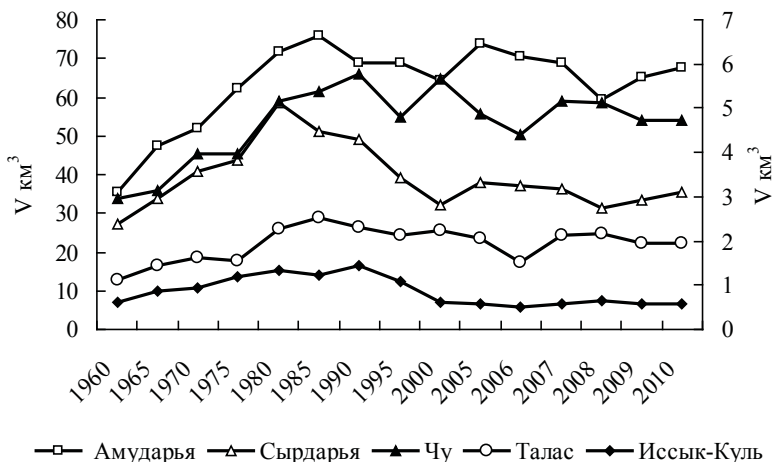


Рис. 3. Динамика водопотребления в бассейнах рек Центральной Азии.

После распада СССР в использовании водных ресурсов наметился длительный спад, который с колебаниями прослеживается и в настоящее время. Меньше всего водопотребление к 2010 г. понизилось в бассейне Амударьи – всего на 10 %, а наиболее заметно в бассейне оз. Иссык-Куль – 60 %. Обращает на себя внимание и существенное уменьшение водопотребления в бассейне Сырдарьи. В остальных водосборах оно составило немногим более 20 %. Снижение водозабора было обусловлено уменьшением площадей орошаемых земель, изменением в структуре поливных культур и внедрением мероприятий по более рациональному и экономному использованию водных ресурсов. Интересно, что значительное снижение водозабора в Иссык-Кульской котловине не отразилось на статистических данных о наличии земель с оросительной сетью. Последнее, по-видимому, свидетельствует о серьезном снижении фактически поливаемых земель в этом регионе.

В бассейнах Амударьи за 1960...2010 гг. большая часть водозабора происходит на территории Узбекистана, при этом относительная доля Туркменистана возросла, а Таджикистана уменьшилась. Особенности распределения площадей орошаемых земель странами СНГ в бассейне Сырдарьи привели к тому, что ведущее место в водопотреблении здесь занимает Узбекистан (свыше



50 %), за ним следует Казахстан. Вклад Кыргызстана и Таджикистана в суммарном водозаборе за рассматриваемый период практически не изменился и не превышает 8...9 %. В современных условиях в Чуйском бассейне свыше 70 % водопотребления приходится на Кыргызстан, а в бассейне р. Талас водозабор Казахстаном и Кыргызстаном осуществляется примерно в равных долях.

В связи с тем, что сведения по отраслевому водопотреблению приводятся лишь в пределах государств, это серьезно затруднило их интерпретацию применительно к речным бассейнам. Можно лишь отметить, что в суммарном водозаборе подавляющая роль (не менее 90 %) принадлежит орошаемому земледелию, вклад остальных отраслей не превышает 10 %. В Узбекистане большая часть водопотребления в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве сосредоточена в бассейне Сырдарьи, а в Таджикистане – в бассейне Амударьи. Основной объем водозабора в указанных отраслях Кыргызстана отмечается в Чуйской долине.

Весьма важным показателем интенсивности использования в хозяйственных целях речного стока является оценка соотношения водопотребления и наличных водных ресурсов. Так, в бассейне Амударьи водозабор в середине 1980-х годов вплотную приблизился к водным ресурсам. Зато в Сырдарьинском бассейне в течение нескольких десятилетий (1965...1995 гг.) водозабор за счет повторного использования возвратных вод не менее, чем на 30 %, превышал водные ресурсы этого водосбора. Примерно такое же положение наблюдалось и в бассейне р. Чу, где устойчивое превышение водозабора над водными ресурсами стало прослеживаться с 1975 г. То же самое происходило с 1975 г. и в Таласском бассейне. В отличие от упомянутых выше водосборов в Иссык-Кульском бассейне за весь рассматриваемый период водопотребление не превышало 40 % от имеющихся водных ресурсов. В 2006 г. этот показатель составил всего 12 %.

Несколько повышенная водность рек ЦА и установленные тенденции в колебаниях суммарного водопотребления после 1991 г. оказали соответствующее влияние на характер изменения стока исследуемых водотоков в их низовьях. В бассейне Амударьи объемы водозабора по сравнению с их величинами конца 1980-х годов изменились незначительно, уровень хозяйственного воздействия не уменьшался и в современных условиях обеспечил антропогенное снижение стока до 90 %. Наоборот, в Сырдарьинском бассейне, где заметно снизилось водопотребление, эффект влияния хозяйственной деятельности существенно замедлился и достиг лишь 64 %. Повышенная естественная водность и

снижение водозабора в бассейне р. Чу обусловило уменьшение антропогенного влияния на сток этой реки по сравнению с его уровнем за предшествующий период. Доказательством этого служит существенное увеличение стока р. Чу в ее низовье. В Таласском бассейне влияние хозяйственной деятельности по сравнению с прошлыми годами практически не изменилось.

### **Заключение**

Под влиянием происходящих изменений климата в бассейнах рек Центральной Азии за последние примерно 30 лет наблюдается несколько повышенная их водность. Отмеченное обстоятельство, наряду со снижением площадей орошаемых земель и водопотребления, способствовало некоторому уменьшению антропогенной нагрузки на сток рек отдельных бассейнов. Вместе с тем здесь продолжает оставаться весьма напряженная водохозяйственная обстановка. В частности, в бассейне Аральского моря, даже в относительно многоводный период 2000...2006 гг. уровень использования водных ресурсов заметно превышал 80 %. Принимая во внимание большой естественный прирост населения в этом регионе и необходимость дальнейшего развития его экономики, главным образом орошаемого земледелия, могут возникнуть серьезные трудности в связи с неизбежным дефицитом водных ресурсов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Аратцев А.Е. В Госкомитете по водным ресурсам Казахстана. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – №1. – С. 13-14.
2. Вольфцун И.Б., Сумарокова В.В., Цыценко К.В., Владимирова Т.И., Ясаков В.С. Водные ресурсы бассейна Аральского моря: состояние и перспективы использования. // Труды V Всесоюзного гидрологического съезда, т.2. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 107-204
3. Вольфцун И.Б., Владимирова Т.И. Водные ресурсы бассейнов рек Чу и Талас. / Гидрологические основы оросительных мелиораций в бассейнах рек Чу и Талас. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 28-34
4. Водные ресурсы России и их использование. – СПб.: ГГИ, 2008. – 470 с.
5. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии. – Евразийский банк развития. / Отраслевой обзор, август 2009 г. – Алматы, 2009. – 42 с.
6. Вольмурадов К.И. Водные ресурсы Туркменистана: использование, технология и экология. – <http://www.cawater/info-net/liblary/artikles/htm>.

7. Вагапова А.Р. Влияние водного фактора на экосистему пойм рек и разработка методики расчета экологических попусков: Автореф. дис. ... канд. техн. наук – Алматы, 2010. – 24 с.
8. Георгиевский В.Ю., Владимиров Т.И. Водные ресурсы бассейна Амударьи и их изменения. – Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 52-58.
9. Гидрологические основы оросительных мелиораций в бассейнах рек Чу и Талас: Сб. ст. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 334 с.
10. Доклад о состоянии окружающей природной среды и использовании природных ресурсов Республики Узбекистан. – Ташкент, 2010. – 74 с.
11. Интегрированная оценка состояния окружающей среды Республики Таджикистан. – Душанбе, 2006. – 106 с.
12. Кривошей М.И., Гронская Т.П. Водный баланс озера Иссык-Куль / Проблемы исследования крупных озер СССР. – Л.: Наука, 1986. – С. 276-280.
13. Методические указания по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановление его характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 78 с.
14. Маматканов Д.М, Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. – Бишкек: Илим, 2006. – 265 с.
15. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Казахстан. – Алматы: РПП «КазНИИЭК» МОСС РК, 2010. – 241с.
16. Оросительные и обводнительные системы Туркменской ССР. Обзорная информация 7. – М., БИНТИ, Минводхоз СССР, 1977. – 76 с.
17. Об использовании орошаемых земель на юге Казахстана. –<http://www.climate-action.kz>.
18. Охрана окружающей природной среды в Кыргызской Республике, 2000-2006. Статистический сборник. – Бишкек, 2008. – 128 с.
19. Статистический сборник «15 лет Содружества Независимых Государств (1991-2005)». / Международный Статкомитет СНГ. – М.: 2006. – 437 с.
20. Статистический ежегодник «Содружество Независимых государств 2006 г.». – М., Международный Статкомитет СНГ. – М., 2007.– 682с.
21. Схема комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов бассейна Аральского моря. – М.: Союзгипроводхоз, 1989. – 186 с.
22. Станчин И., Лерман И., Седин Д. Потенциал роста доходов сельскохозяйственного населения на основе альтернатив сельскохозяйственных культур



А.М. Бажиева \*  
Канд. геогр. наук Айс.А. Турсунова \*

## ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОЛЕБАНИЙ РЕЧНОГО СТОКА ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

### ОЦЕНКА СТОКА, ВРЕМЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ, ЗАПАДНЫЙ КАЗАХ- СТАН

*В статье оцениваются временные колебания речного стока основных рек Западного региона Казахстана. Расчеты производились по фактическим расходам воды, по приведённым к многолетнему периоду (1940...2007 гг.), за последний тридцатичетырехлетний период (1974...2007 гг.) и за условно-естественный период (1940...1973 гг.). В предлагаемой работе искомые характеристики определялись тремя способами: 1) построение хронологических графиков величин за период 1940...2006 гг. для шести основных рек; 2) методом осреднения величин с дальнейшим графическим изображением; 3) методом И.И. Поляка.*

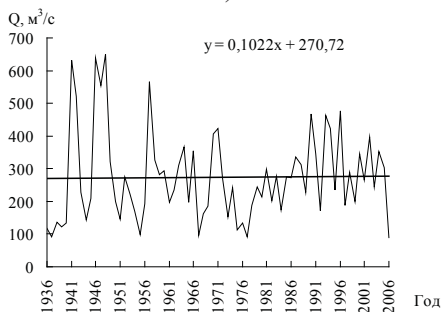
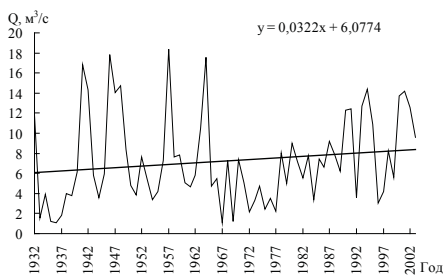
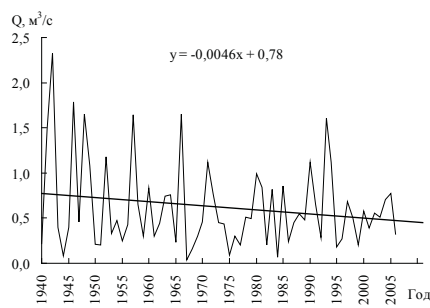
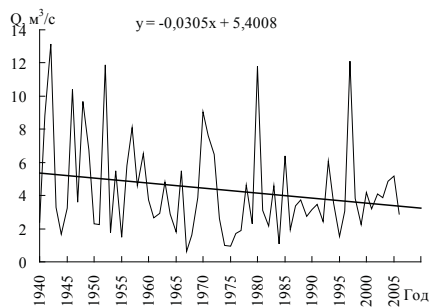
Особенности распределения речной сети на территории Западного Казахстана обусловлены наличием на юго-западе Каспийского моря, а на севере-востоке – горных образований Южного Урала, поэтому реки здесь имеют общее направление течения с северо-востока на юго-запад. Реки рассматриваемой территории по условиям формирования водного режима относятся к казахстанскому типу с резко выраженным преобладанием стока весеннего периода. Питание их происходит в основном за счёт талых снеговых вод. Питание рек подземными водами невелико [9].

В годовом разрезе сток большинства рек характеризуется высоким весенним половодьем и низкой летней меженью с редкими дождевыми паводками. Наибольшие расходы воды чаще всего наблюдаются во второй половине апреля и лишь изредка в начале мая. При высоких половодьях максимальные расходы воды превышают их средние многолетние значения в 200...300 раз. На реках, имеющих сток в течение всего года, минимальные значения расходов обычно приходятся на зимние месяцы (декабрь – март).

\* Институт географии, г. Алматы

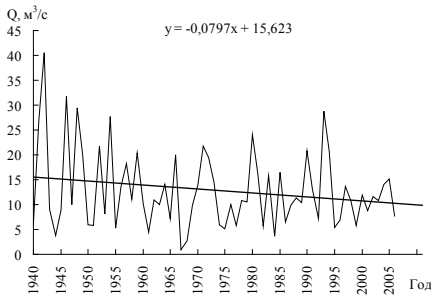
Высота весеннего подъёма уровня на реке Жайык (Урал) обычно не превышает 6 м, на р. Шаган в отдельные многоводные годы достигает 10...13 м. При этих уровнях вода выходит на пойму и часто происходят большие разливы, сопровождающиеся временным затоплением отдельных промышленных предприятий, населённых пунктов, дачных участков, железнодорожного полотна, мостов, земельных угодий. Причиной резкого подъёма уровня бывают заторы льда, как это было в 2011 г. На средних и больших реках, а также на малых водотоках при быстром нарастании температуры и дружном таянии снега, половодье, как правило, проходит одной волной, на спаде которой иногда прослеживаются отдельные пики, обусловленные дождевыми паводками. При затяжном снеготаянии, с частыми возвратами холодов, гидрографы стока на малых водотоках характеризуются отдельными волнами. Заканчивается половодье чаще всего в конце апреля – начале мая, а на больших реках – в конце мая – начале июня [3].

В предлагаемой работе под водными ресурсами подразумевается средний годовой сток рек. Это позволило получить не только среднюю многолетнюю величину водных ресурсов, но и их погодичное значение, которое использовалось при анализе динамики в связи с антропогенными и климатическими изменениями.

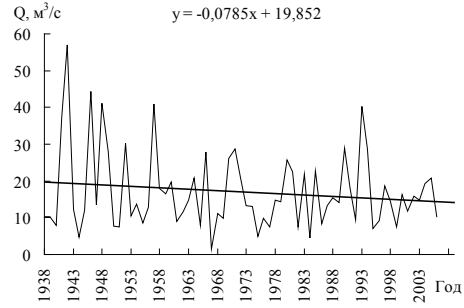


в)

г)



д)



жс)

Рис. 1. Многолетние колебания стока основных рек Западного Казахстана. а) р. Ойыл – аул. Алты Карасу; б) р. Сагыз – аул. Сарытогай; в) р. Шаган – пос. Каменный; г) р. Жайык – п. Махамбет; д) р. Жем – с. Жанбике; жс) р. Елек – г. Актобе.

Для анализа закономерностей колебания речного стока Западного Казахстана были выбраны однородные длинные ряды по основным рекам региона. Количественные оценки осуществлялись в среднем за 1940...2007 годы. Такие расчеты производились по фактическим наблюдениям за расходами воды, по приведённым к многолетнему периоду (1940...2007 гг.), за последний тридцатичетырехлетний период (1974...2007 гг.) и за условно-естественный период (1940...1973 гг.) [3].

Для анализа многолетней изменчивости ресурсов поверхностных вод рассматриваемой территории были построены хронологические графики их величин 1940...2006 гг. для шести основных рек Западного Казахстана (рис. 1).

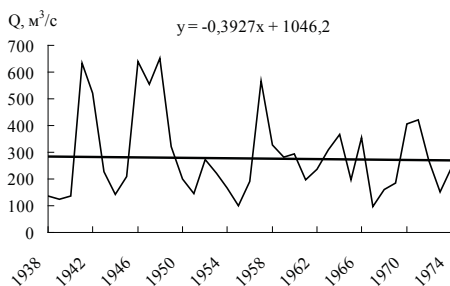
В многолетней динамике водных ресурсов рассматриваемого региона в большинстве случаев наблюдается тенденция к уменьшению, кроме рек Жайык (п. Махамбет) и Шаган (п. Каменный) (рис. 1). В расчетах, приведенных в [9] рассматривается ряд наблюдений только до 1965 года, а тенденция уменьшения во всех рассматриваемых реках региона выявлена в условно-естественном периоде (1940...1974 гг.), а в современный период (1975...2006 гг.) наблюдается тенденция увеличения (пример рис. 2).

Даже для рек Жайык и Шаган, где для многолетнего периода наблюдалась тенденция незначительного увеличения, то в условно-естественном периоде выявлена противоположная картина, то есть уменьшение.

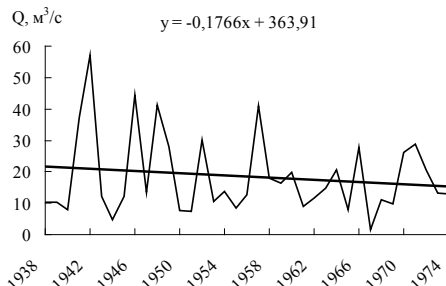
В статистике так же приняты методы осреднения величин с дальнейшим графическим изображением их хода. Скользящие средние обычно используются с данными временных рядов для сглаживания краткосроч-

ных колебаний и выделения основных тенденций или циклов. Математически скользящее среднее является одним из видов сверки, и поэтому его можно рассматривать как фильтр нижних частот, используемых в обработке сигналов.

**Условно-естественный период (1938...1974 гг.)**

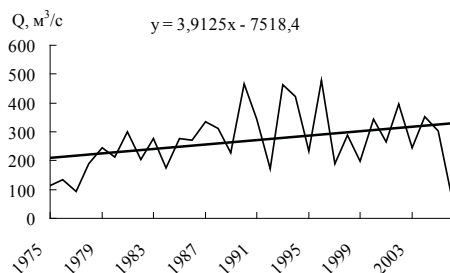


р. Жайык – п. Махамбет

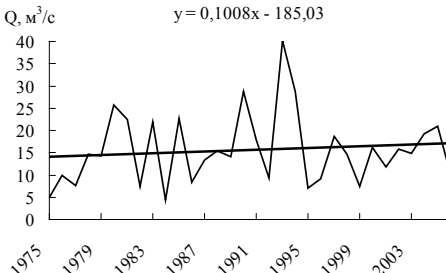


р. Елек – г. Актобе

**Современный период (1975...2007 гг.)**



р. Жайык – п. Махамбет



р. Елек – г. Актобе

*Рис. 2. Колебания стока в условно-естественном и современном периодах рек Жайык и Елек.*

В нашем случае мы использовали скользящие 20-летние осреднения для выявления более крупных изменений в ходе кривых стока (рис. 3).

По сравнению с графиком временного хода стока воды (рис.1 и 2) на графиках скользящих средних (рис. 3) изменения стока в упомянутых створах происходит синхронно и отмечается уменьшение амплитуды колебаний водности. На рис. 3 видно, что общая картина на всех рассматриваемых реках показывает тенденцию уменьшения, но и в этом случае в последние годы идет заметный рост, начиная с 1970 годов. По исследованиям В.Ю. Георгиевского, И.А. Шикламанова и др. [4] со второй половины 70-х годов на европейской территории России (ЕТР) и в Западной Сибири произошло некоторое увеличение годового стока. Особого внимания заслуживает вывод работы [4] о том, что изменение стока на ЕТР произошли с начала 70-х годов; по времени это в точ-



ности совпадает с данными О.А. Дроздова [11] по климату. Есть основание для заключения, что и на значительной части Казахстана примерно с этого момента также произошли определенные количественные изменения стока [2].

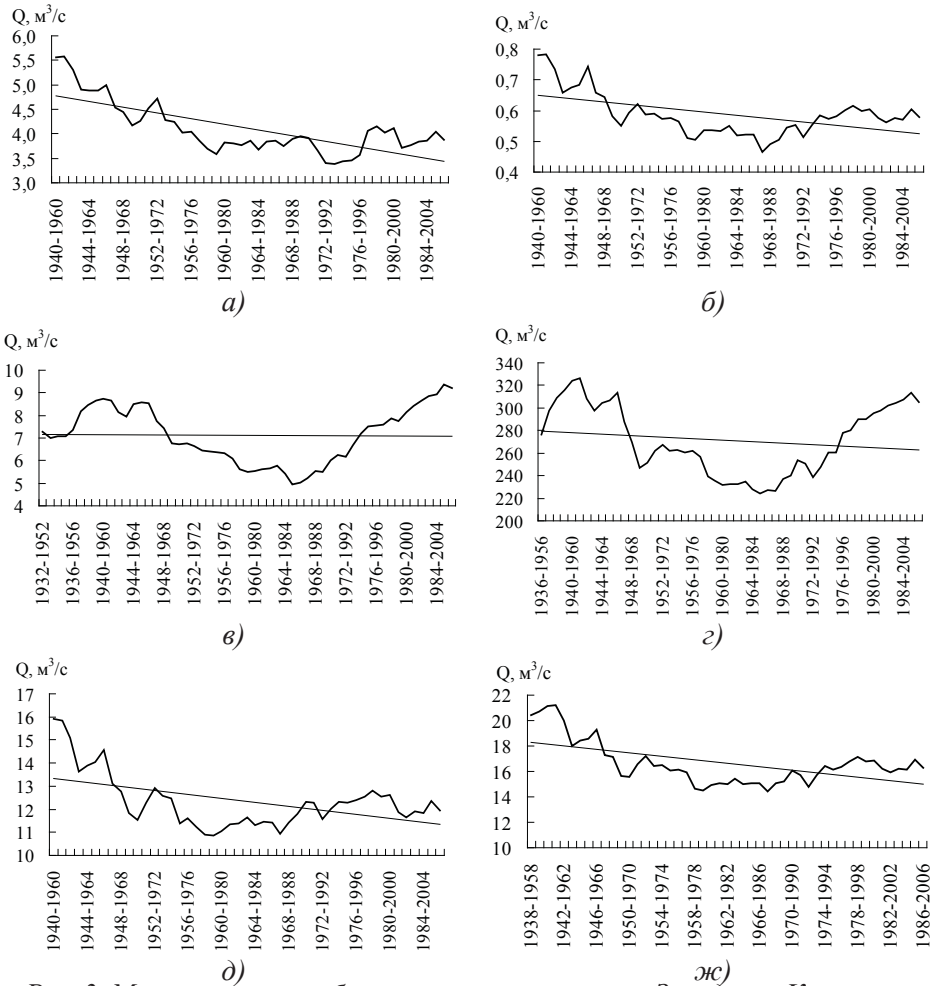


Рис. 3. Многолетние колебания стока основных рек Западного Казахстана (скользящие 20-летние средние). а) р. Ойыл – аул. Алты Карасу; б) р. Сағыз – аул. Сарытоғай; в) р. Шаган – пос. Каменный; г) р. Жайық – п. Махамбет; д) р. Жем – с. Жанбике; ж) р. Елек – г. Ақтобе.

Однако без анализа достоверности наличия трендов утверждать об однонаправленных изменениях не следует. Из существующих методов мы использовали широко применяемую в гидрологии и метеорологии методику Поляка И.И. [8] и Бронштейна И.Н [1]. По указанному методу выявление линейных трендов осуществлялось для трех периодов: 1) за многолетний период; 2)

за период, с начала наблюдений по 1974 г.; 3) за современный период (с 1975 по 2007 гг.). Результаты расчетов приведены в табл.

Данные табл. показывают, что наличие тренда по методике [8], выявлено только для р. Жайык (п. Махамбет). Для остальных рассматриваемых рек методика И.И. Поляка о наличии линейного тренда не работает, значит линейный тренд является незначимым с вероятностью 5 %.

Для выявления закономерностей колебания речного стока использовались разностные интегральные кривые. Обратимся к анализу разностных интегральных кривых годового стока: ход во времени накопленной разности  $\sum k_i - 1/C_v$ , на которых фаза подъема кривой означает многоводный период (сток выборочного среднего), спада – маловодный (ниже среднего), а точка перегиба – границы этих периодов [5, 6, 7, 10].

Таблица

Проверка наличия линейного тренда для рек Западного Казахстана

Период	Дисперсия		$\alpha_1$	$2\sigma_{\alpha_1}$	Значимость тренда
	$\sigma^2$	$\sigma^2$			
<b>р. Ойыл – аул. Алты Карасу</b>					
1940...2006	2,9359	2,936	-0,031	0,136	-
1940...1974	3,2248	3,225	-0,079	0,269	-
1975...2006	2,4042	2,469	0,038	0,276	-
<b>р. Сагыз – аул. Сарытогай</b>					
1940...2006	0,4769	0,477	-0,005	0,087	-
1940...1974	0,5649	0,566	-0,013	0,174	-
1975...2006	0,3388	0,339	0,004	0,168	-
<b>р. Шаган – пос. Каменный</b>					
1932...2006	3,8116	4,42	0,032	0,135	-
1932...1974	4,1069	4,813	-0,022	0,241	-
1975...2006	3,4417	3,73	0,184	0,306	-
<b>р. Жайык – п. Махамбет</b>					
1936...2006	122,50	136,774	0,102	0,336	-
1936...1974	133,16	158,975	-0,393	0,639	-
1975...2006	102,78	103,245	3,913	0,701	+
<b>р. Жем – с. Жанбике</b>					
1940...2006	7,7946	7,795	-0,08	0,174	-
1940...1974	9,1448	9,151	-0,226	0,349	-
1975...2006	5,7303	5,739	0,03	0,340	-
<b>р. Елек – г. Актобе</b>					
1938...2006	10,656	10,682	-0,079	0,183	-
1938...1974	12,45	12,473	-0,177	0,357	-
1975...2006	7,8602	7,864	0,101	0,3796	-

Для анализа разностных интегральных кривых Западного Казахстана были выбраны однородные длинные ряды по основным рекам региона. На рис. 4 представлен ход интегральных кривых по шести рассматриваемым рекам. Многолетние колебания годового стока рек Сагыз, Елек и Жем очень похожи, выделяются три фазы водности, в период 1940...1970 первый цикла, 1970...1995 – второй и с 1995 по настоящий период – третий. Но годовые колебания стока являются синфазными, т.е. сохраняются только фазы цикла водности (многоводная или маловодная) со сдвигом начала и окончания на 1...2 года. Для рек Шаган и Жайык наблюдается такие же три фазы. Первая фаза отличается от выше упомянутых рек с резко выраженными пиками и спадами, с короткими периодами выше среднего и ниже среднего. Вторая фаза этих двух рек отличается синхронностью. А третья фаза рек Шаган и Жайык отличается от рек Сагыз, Жем и Елек обратной картиной, т.е. подъемом. На реке Ойыл выделяется две фазы: первая 1940...1985 гг. и вторая – с 1986 года по настоящий период. Первая фаза на этой реке отличается от других рек с колебаниями 5...10 лет, но тоже является синфазной а вторая фаза отличается синхронностью.

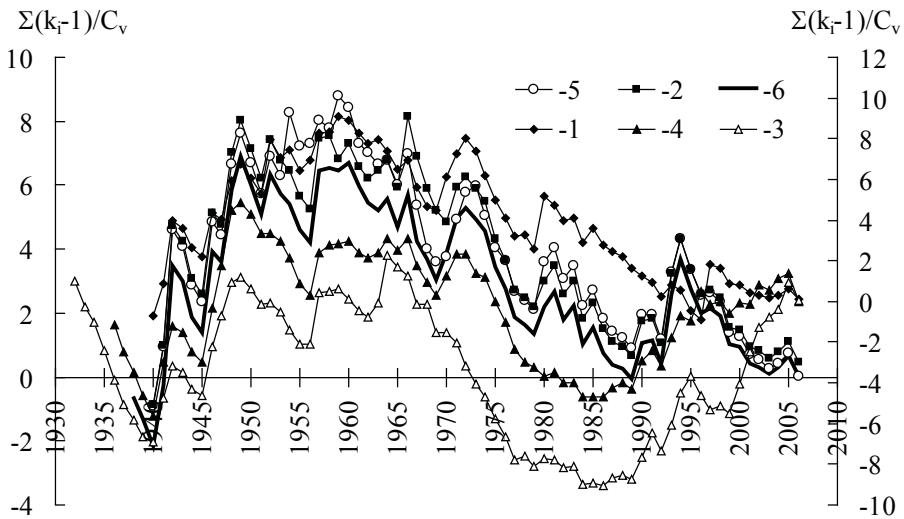


Рис. 4. Совмещенные интегральные кривые модульных коэффициентов основных рек Западного Казахстана. 1 – р. Ойыл – аул. Алты Карасу; 2 – р. Сагыз – аул. Сарытогай; 3 – р. Шаган – пос. Каменный; 4 – р. Жайык – п. Махамбет; 5 – р. Жем – с. Жанбике; 6 – р. Елек – г. Актобе.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что на рассматриваемой территории – активная хозяйственная деятельность. В ходе средних рас-

ходов воды: снижение стока в 30-е годы, рост в 40-е, снижение до 10-летия 1975...1984 гг., а затем – рост до 10-летия 1986...1995 гг. и некоторое уменьшение в последнее 10-летие.

Рост стока примерно с 1975 г. следует и из обыкновенного графика хода стока во времени (рис. 2), при этом очевидно, что многоводная фаза продолжается. В принципе о том же свидетельствует и разностная интегральная кривая годового стока (рис. 4).

Таким образом, даже при общем уменьшении стока за счёт хозяйственной деятельности прослеживается увеличение стока с середины 70-х гг.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУР

1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике – М.: Наука, 1967 – 608 с.
2. Гальперин Р.И., Давлетгалиев С.К. Проблема водных ресурсов трансграничного бассейна реки Ертис. / Географические проблемы устойчивого использования природно-ресурсного потенциала Республики Казахстан. – Алматы: 2005. – С. 66-82.
3. Гальперин Р.И. Давлетгалиев С.К. Гидрологические основы управления водными ресурсами рек Западного и Северного Казахстана // Научное обеспечение проблем по восполнению и освоению минеральных и водных ресурсов, геолого-географических систем и снижения ущерба от природных и техногенных катастроф. – Алматы: Институт Географии МОН РК, 2008. –241 с.
4. Георгиевский В.Ю., Ежов А.В., Шалыгин А.А., Шикломанов И.А., Шикломанов А.И. Оценка влияния возможных изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы рек бывшего СССР // Метеорология и гидрология. – 1996. №11. – С. 89-99.
5. Давлетгалиев С.К. Анализ однородности гидрологических данных (методическое пособие). – Алматы: Казак университет, 2000. – 103 с.
6. Давлетгалиев С.К. Кривые распределения стока (учебное пособие). – Алматы: Казак Университеті, 1992. – 108 с.
7. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 247 с.
8. Поляк И.И. Оценивание линейного тренда временных метеорологических рядов // Труды ГГО. – 1975. – Вып. 364. – С. 51-58.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 2. Урало-Эмбинский бассейн. – Л.: 1970. –С. 91-93.

10. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 422 с.
11. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 335 с.

Поступила 30.10.2012

А.М. Бажиева

Геогр. ғылымд. канд Айс.А. Турсунова

### **БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ӨЗЕНДЕРІ АҒЫНЫ ТЕРБЕЛУІНІҢ УАҚЫТ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ**

*Мақалада Қазақстанның Батыс өңіріндегі негізгі өзендердің ағыны тербелуінің уақыт заңдылықтары бағаланған. Есептеулер су ағынының көпжылдық мерзімге (1940...2007 жж.), соңғы отыз төрт жылдық мерзімге (1974...2007 жж.) және шартты табиғи мерзімге (1940...1973 жж.) келтірілген нақты бақылау мәліметтері бойынша жүргізілді. Ұсынылып отырған жұмыста іздеп отырған мінездемеліктер үш тәсілмен анықталды: 1) негізгі алты өзен бойынша олардың көрсеткіштерінің 1940...2006 жылдарға хронологиялық сызбалары тұрғызылды; 2) көрсеткіштерді орташалау әдісі мен олардың жүрісінің сызбалары түсірілді; 3) И.И. Поляктың әдістемесі қолданылды.*

УДК 631.67:631.4

Канд. техн. наук С.Д. Магай\*

**ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ПОЧВОГРУНТОВ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ  
ГОЛОДНОСТЕПСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ**

*ПОЧВОГРУНТ, ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ, НАИМЕНЬШАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ ЗАВИДАНИЯ, МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ СОЛЕЙ, СОЛОНЦЕВАТОСТЬ*

*Исследованы водно-физические и химические свойства почвогрунтов на трех пилотных участках, расположенных в различных частях орошаемого массива. Выполнены средневзвешенные расчеты по площади и слоям. Определены их основные характеристики в современный период. Выявлены причины снижения продуктивности почв.*

Одним из наиболее перспективных районов для возделывания сельскохозяйственных культур в Казахстане является Голодностепский массив орошения. Однако ухудшение мелиоративного состояния земель не позволяет эффективно использовать здесь имеющийся природно-климатический потенциал.

Специфика природно-климатических, почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий требует тщательного изучения процессов, происходящих на орошаемых землях, и обуславливает необходимость проведения исследований по установлению водно-физических и химических свойств почвогрунтов в современных условиях, которые позволят объективно определять пути улучшения мелиоративного состояния земель и повышения эффективности использования оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур.

По геоморфологическому районированию данный массив относится к Приаральско-Кызылкумской песчано-глинистой равнине, имеющей слабый уклон (около 0,00035) в сторону Арнасайской впадины [8]. Абсолют-

---

\* НИИ водного хозяйства, г. Тараз

ные отметки поверхности земли составляют 255...270 м над уровнем моря. Пилотные участки, на которых проводились исследования, размещались в различных частях массива (рис. 1).



Рис. 1. Расположение пилотных участков.

В геологическом отношении рассматриваемая территория представляет собой впадину глубиной до 200 м, заполненную четвертичными отложениями различного возраста. Нижне- и среднечетвертичные аллювиально-пролювиальные отложения Сохского и Ташкентского комплексов мощностью от 30 до 80 м литологически разделены на два слоя: верхний – суглинки и глины мощностью от 6 до 50 м и нижний – разнородные пески с линзами и прослойками связных грунтов различной мощности.

В целом массив представлен аллювиально-пролювиальными верхне-четвертичными отложениями мощностью от 48 до 115 м, слагающими третью надпойменную террасу р. Сырдарья, представляющую собой плоскую равнину. Литологически с поверхности – это супесчано-суглинистая толща мощностью 20...50 м, подстилаемая песками с линзами и прослойками супесей, суглинков и глин.

Источником орошения массива является р. Сырдарья. Проектный расход магистрального канала «Достык», по которому вода через межхозяйственную и внутрихозяйственную систему каналов поступает на орошаемые поля, составляет 230 м<sup>3</sup>/с. Оросительная сеть представлена каналами различного порядка, проходящими как в земляном русле, так и в облицовке.

Полевые и лабораторные исследования проводились по апробированным многолетней практикой методикам [2-4, 7, 9, 10]. Водно-физические свойства почвогрунтов изучались на каждом пилотном участке на специальных площадках, расположенных по конвертной схеме. Определялись водопроницаемость, наименьшая и максимальная молекулярная влагоемкость, плотность, механический состав. Отбор почвенных образцов производился из шурфов до уровня грунтовых вод, а также почвенным буром из различных горизонтов (0...20, 20...40, 40...60 см и т.д.). Для обеспечения надежности проведения исследований и получения достоверных данных бурение на каждой площадке проводилось в трех точках. Высушивание почвы до абсолютно-сухой массы осуществлялось в электротермостатах при температуре 105...110 °С.

Наименьшая влагоемкость устанавливалась методом залива площадок. Водопроницаемость и коэффициент фильтрации почвогрунтов определялись детально методом рам и с помощью прибора Нестерова на трех уровнях: поверхность почвы, на глубинах 0,5 и 1,0 м. Плотность почв устанавливалась путем отбора образцов, методом режущего кольца с последующим их высушиванием в термостате, плотность твердой фазы – пикнометрическим методом, механический состав – методом пипетки. Максимальная молекулярная влагоемкость почв определялась с помощью полевой лаборатории Литвинова по методике А.Ф. Лебедева, максимальная гигроскопичность – по методу Э.А. Митчерлиха, влажность завядания – путем отбора монолитов с растениями в фазу 5...7 настоящего листа с последующим доведением влажности почвы до уровня устойчивого завядания хлопчатника.

Отбор проб почв на химический анализ производился на тех же площадках. Пробы отбирались из тех же горизонтов по всему профилю зоны аэрации, затем по повторностям отбора они тщательно перемешивались и подвергались водной вытяжке.

По результатам исследований почвенный покров на пилотных участках относится к разряду светлых сероземов, преимущественно легкого и среднего механического состава. Наименование почвогрунтов по единой классификационной шкале [2] приведено в табл. 1.

На рис. 2 приведена кривая, наглядно характеризующая впитывание воды в почву. По такой кривой можно устанавливать значения скорости впитывания за любой отрезок времени, начиная с первых минут, когда она имеет максимальные значения, и до момента времени, когда происходит ее стабилизация на минимальном уровне, зависящая от свойств почвогрунтов.



Таблица 1

Наименование почвогрунтов				
Горизонт, см	Размер фракции, мм			Наименование почвогрунтов
	1...0,05	0,05...0,01	< 0,01	
<b>Махталы</b>				
0...20	17,98	44,56	37,46	Средний суглинок
20...40	17,12	47,57	35,31	Средний суглинок
40...60	16,10	48,86	35,04	Средний суглинок
60...80	17,36	50,72	31,92	Средний суглинок
80...100	17,06	52,10	30,84	Средний суглинок
100...150	17,78	52,75	29,47	Легкий суглинок
150...200	17,80	53,60	28,60	Легкий суглинок
200...250	19,93	52,50	27,59	Легкий суглинок
<b>Бирлик</b>				
0...20	13,23	45,22	41,55	Тяжелый суглинок
20...40	10,78	49,38	39,84	Средний суглинок
40...60	12,00	51,35	36,75	Средний суглинок
60...80	12,02	53,71	34,27	Средний суглинок
80...100	12,36	54,20	33,44	Средний суглинок
100...150	11,15	57,67	31,18	Средний суглинок
150...200	11,31	59,30	29,39	Легкий суглинок
200...250	12,06	59,34	29,60	Легкий суглинок
<b>Карой</b>				
0...20	12,68	48,54	38,78	Средний суглинок
20...40	10,70	53,30	36,00	Средний суглинок
40...60	12,30	56,70	31,00	Средний суглинок
60...80	15,18	54,13	30,69	Средний суглинок
80...100	15,87	54,32	29,81	Легкий суглинок
100...150	18,05	53,42	28,53	Легкий суглинок
150...200	17,90	55,58	26,52	Легкий суглинок
250...300	19,04	55,95	25,01	Легкий суглинок

Основные показатели водопроницаемости почв на пилотных участках – скорость впитывания в конце первого часа ( $K_1$ , м/час), средняя скорость впитывания за первый час наблюдений ( $K_0$ , м/час), коэффициент фильтрации ( $K_\phi$ , м/сут) несколько отличаются между собой (табл. 2).

В табл. 2 приведены средневзвешенные показатели. По отдельным точкам определения водопроницаемости средняя за первый час скорость впитывания воды с поверхности почвы изменяется в диапазоне 0,004...0,018 м/час на ПУ «Махталы», 0,012...0,042 м/час – на ПУ «Бирлик»,

0,013...0,023 м/час – на ПУ «Карой». На глубинах 0,5 и 1,0 м она увеличивается соответственно в 7,0...9,8; 3,0...3,9; 3,9...4,2 раза.

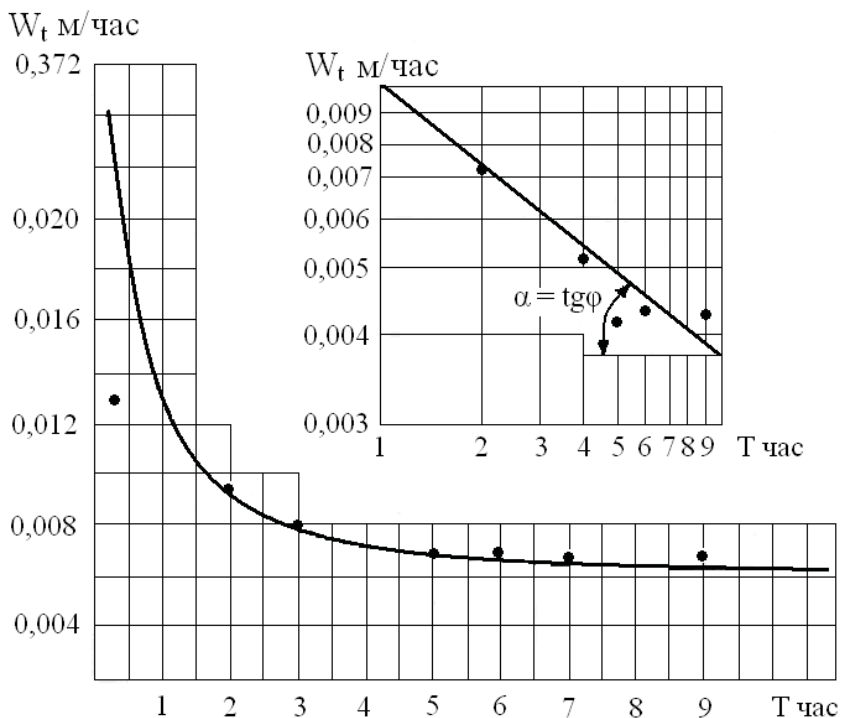


Рис. 2. Кривая впитывания воды в почву.

Таблица 2

Показатели водопроницаемости почвогрунтов

Пункт	Место определения	Показатель		
		$K_1$	$K_0$	$K_\phi$
Махталы	С поверхности	0,005	0,010	0,053
	0,5 м	0,046	0,070	0,732
	1,0 м	0,071	0,098	1,495
Бирлик	С поверхности	0,008	0,022	0,054
	0,5 м	0,070	0,086	1,141
	1,0 м	0,054	0,066	1,207
Карой	С поверхности	0,009	0,017	0,085
	0,5 м	0,060	0,071	1,102
	1,0 м	0,054	0,066	1,034

Изменение глубины поверхности впитывания особенно резко отражается на значениях коэффициента фильтрации. Последние изменяются от

0,036 м/сут до 0,117 м/сут на поверхности, от 0,173 м/сут до 1,656 м/сут на глубине 0,5 м и от 0,710 м/сут до 1,958 м/сут на глубине 1,0 м. Этот момент необходимо отметить, поскольку столь значительное изменение одного из важных показателей водопроницаемости почвогрунтов – коэффициента фильтрации, может повлиять на точность определения параметров с его использованием. Поэтому в полевых исследованиях изучению этих характеристик уделялось особое внимание.

Средние значения максимальной молекулярной влагоемкости (ММВ), т.е. наибольшего количества воды, которое может быть удержано силами молекулярного притяжения почвы, для метрового слоя равны 12,8 % от массы сухой почвы (мсп) на ПУ «Махталы», 13,8 % – на ПУ «Бирлик» и 13,0 % – на ПУ «Карой» (табл. 3). По отдельным точкам ММВ изменяется соответственно от 12,3 % до 13,6 %, от 13,3 % до 15,1 % и от 12,6 % до 13,1 %.

Таблица 3

Максимальная молекулярная влагоемкость почв, % от мсп

Участок	Номер точки					
	3	6	9	12	15	среднее
Махталы	13,6	12,3	13,1	12,8	12,4	12,8
Бирлик	13,3	13,3	13,6	14,0	15,1	13,8
Карой	12,6	13,0	13,1	13,1	13,1	13,0

Плотность метрового слоя составляет 1,52 т/м<sup>3</sup> для почвогрунтов ПУ «Махталы», 1,50 т/м<sup>3</sup> – для ПУ «Бирлик» и 1,46 т/м<sup>3</sup> – для ПУ «Карой». Наименьшие значения плотности отмечены в верхнем (0...20 см) горизонте – 1,41...1,45 т/м<sup>3</sup>, наибольшие – 1,56...1,70 т/м<sup>3</sup> в подпахотном (20...40 см) слое (табл. 4).

Таблица 4

Плотность и пористость почвогрунтов

Горизонт, см	Плотность почвы, т/м <sup>3</sup>	Плотность твердой фазы, т/м <sup>3</sup>	Пористость, %
<b>Махталы</b>			
0...20	1,42	2,65	46,2
20...40	1,67	2,63	36,5
40...60	1,54	2,62	41,3
60...80	1,48	2,60	42,9
80...100	1,47	2,66	44,4
0...100	1,52	2,64	42,3

Горизонт, см	Плотность почвы, т/м <sup>3</sup>	Плотность твердой фазы, т/м <sup>3</sup>	Пористость, %
100...200	1,49	2,69	44,7
200...300	1,49	2,68	44,6
<b>Бирлик</b>			
0...20	1,45	2,75	47,2
20...40	1,70	2,73	37,5
40...60	1,50	2,73	45,0
60...80	1,42	2,66	46,7
80...100	1,41	2,65	46,8
0...100	1,50	2,70	44,6
100...200	1,44	2,66	45,8
200...300	1,50	2,66	43,5
<b>Карой</b>			
0...20	1,41	2,62	46,5
20...40	1,56	2,64	43,0
40...60	1,47	2,66	44,6
60...80	1,42	2,70	47,2
80...100	1,43	2,71	47,2
0...100	1,46	2,67	45,7
100...200	1,43	2,66	46,2
200...300	1,46	2,64	44,8

Плотность твердой фазы варьирует в диапазоне 2,60...2,69 т/м<sup>3</sup> на пилотном участке «Махталы», 2,60...2,75 т/м<sup>3</sup> – на участке «Бирлик» и 2,62...2,71 т/м<sup>3</sup> – на ПУ «Карой». Пористость почв изменяется соответственно от 36,5 до 46,2; от 37,5 до 47,2 и от 43,0 до 47,2 % от объема.

По литературным источникам на орошаемых землях бывшего Пахтааральского района Южно-Казахстанской области с легкосуглинистыми грунтами наименьшая влагоемкость метрового слоя составляет 21,1...24,0 % от массы сухой почвы, плотность – 1,51...1,55 т/м<sup>3</sup>, плотность твердой фазы – 2,73...2,75 т/м<sup>3</sup>, пористость 44,0...45,0 % [1]. По данным другого источника на суглинистых сероземах наименьшая влагоемкость отдельных горизонтов изменяется от 17,2 до 22,9 %, максимальная гигроскопичность – от 2,5 до 3,9 %, влажность завядания – от 4,6 до 5,2 % [11]. В низовье р. Сырдарьи максимальная молекулярная влагоемкость варьирует в диапазоне 7,8...12,9 % от массы сухой почвы для легких суглинков, 13,0...16,6 % – средних суглинков, 15,3...19,7 % – тяжелых суглинков [13]. Эти же показатели по данным Российских исследователей соответственно равны 7...14 %, 14...18 % и 18...21 %. В Марыйской области Туркменистана на среднесуглини-

стых почвах сульфатно-хлоридного типа засоления наименьшая влагоемкость метрового слоя почвы составляет 21,3...21,7 % [5], в Мургабском оазисе наименьшая влагоемкость метрового слоя почв – 21,3...21,6 % от массы сухой почвы, плотность – 1,27...1,53 т/м<sup>3</sup>, плотность твердой фазы – около 2,72 т/м<sup>3</sup> [13].

В наших исследованиях показатели водно-физических свойств верхнего метрового слоя почв колеблются в интервале: плотность – 1,46...1,52 т/м<sup>3</sup>, плотность твердой фазы – 2,64...2,70 т/м<sup>3</sup>, пористость – 42,3...45,7 %, наименьшая влагоемкость (НВ) – 20,1...21,2 %, максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ) – 12,8...13,8 %, влажность завядания (ВЗ) – 5,3...6,1 %, максимальная гигроскопичность (МГ) – 3,5...4,0 % (табл. 5).

Таблица 5

Водно-физические свойства метрового слоя почв, %				
Участок	НВ	ММВ	ВЗ	МГ
Махталы	21,2	12,8	6,1	4,0
Бирлик	20,9	13,8	5,6	3,7
Карой	20,1	13,0	5,3	3,5

Общее содержание солей и наиболее токсичных ионов (хлора и сульфатов) в метровом слое представлено в табл. 6.

Таблица 6

Содержание солей, %/мг-экв				
Горизонт, см	Сумма солей, %	Анионы		рН
		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
<b>Махталы</b>				
0...20	0,842	<u>0,149</u>	<u>0,422</u>	7,50
		4,21	8,79	
20...40	0,945	<u>0,131</u>	<u>0,519</u>	7,38
		3,68	10,82	
40...60	0,902	<u>0,127</u>	<u>0,500</u>	7,48
		3,59	10,41	
60...80	0,692	<u>0,102</u>	<u>0,373</u>	7,35
		2,88	7,79	
80...100	0,571	<u>0,075</u>	<u>0,314</u>	7,57
		2,12	6,55	
<b>Бирлик</b>				
0...20	0,860	<u>0,096</u>	<u>0,501</u>	7,55
		2,72	10,44	
20...40	0,854	<u>0,071</u>	<u>0,520</u>	7,47
		2,00	10,83	
40...60	0,617	<u>0,073</u>	<u>0,348</u>	7,57
		2,06	7,27	

Горизонт, см	Сумма солей, %	Анионы		pH
		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
60...80	0,551	<u>0,080</u>	<u>0,292</u>	7,47
		2,25	6,08	
80...100	0,507	<u>0,074</u>	<u>0,268</u>	7,62
		2,09	5,57	
<b>Карой</b>				
0...20	0,082	<u>0,008</u>	<u>0,026</u>	7,57
		0,23	0,54	
20...40	0,132	<u>0,008</u>	<u>0,063</u>	7,68
		0,21	1,32	
40...60	0,185	<u>0,008</u>	<u>0,105</u>	7,63
		0,24	2,19	
60...80	0,157	<u>0,009</u>	<u>0,083</u>	7,63
		0,27	1,73	
80...100	0,147	<u>0,009</u>	<u>0,077</u>	7,60
		0,27	1,60	

По сумме солей в метровом слое почвогрунты относятся к категории сильно- и среднесолённых на ПУ «Махталы» и «Бирлик», практически незасолённых на ПУ «Карой» [4, 10].

Тип засоления на всех участках сульфатный и хлоридно-сульфатный. Максимальное количество солей в образцах, отобранных до глубины 3 м, наблюдается в верхнем метровом слое на ПУ «Махталы» и «Бирлик». На пилотном участке «Карой» распределение солей по 0...2 м почвогрунтового профилю относительно равномерное, основное их содержание отмечается в слое 2...3 м.

По отношению натрия к сумме поглощенных оснований почвы исследуемых участков несолонцеватые [10]. Однако следует отметить, что на всех участках преобладает магний (табл. 7).

Таблица 7

Степень солонцеватости почв

Участок	Ёмкость поглощения, мг-экв				% натрия	Степень солонцеватости
	Ca	Mg	Na	Сумма		
Махталы	6,5	9,7	0,41	16,61	2,44	несолонцеватая
Бирлик	4,7	9,7	0,31	14,71	2,09	несолонцеватая
Карой	3,7	5,8	0,17	9,67	1,66	несолонцеватая

Сумма поглощенных оснований метрового слоя почв на пилотном участке «Махталы» составляет 16,6 мг-экв, участке «Бирлик» – 14,7 мг-экв

и ПУ «Карой» – 9,7 мг-экв, в том числе натрия соответственно – 0,41 мг-экв, 0,31 мг-экв и 0,17 мг-экв. На всех участках процент натрия не превышает пяти процентов.

Повышенное содержание магния в почвенно-поглощающем комплексе (58...66 %) и невысокий процент кальция (32...38 %) на фоне применения повышенных поливных норм из-за отсутствия качественной планировки орошаемых участков приводит к ухудшению физических и химических свойств почв. В этих случаях также наступает слитизация почв, поскольку при больших запасах ионы магния, как и ионы натрия, повышают дисперсность органической и минеральной частей почв, а также показатель водородных ионов почвенной среды, которые усиливают слитизацию почв, снижая их водопроницаемость [6].

Следует отметить, что большой процент монокультуры (хлопчатника), малые дозы минеральных удобрений, некачественная планировка орошаемых полей, отсутствие органических удобрений и севооборотов на массиве усугубляет тенденцию ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель и снижает их продуктивность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрогидрологические свойства почв Казахстана. – Алма-Ата: 1980. – 197 с.
2. Агрофизические методы исследования почв / Под ред. С.И. Долгова. – М.: Наука, 1966. – 260 с.
3. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 645 с.
4. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. – 1968. – №11. – С. 3-15.
5. Беспалов Н.Ф., Абдыкалыков М., Норкулов У., Сахатмурадов Б. Пути интенсификации засоленных земель Средней Азии. – Ташкент: ФАН, 1985.
6. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технологии и управление почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз: ИЦ Аква, 2005. – 162 с.
7. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
8. Казахская Советская Социалистическая Республика // Энциклопедический справочник. – Алма-Ата, 1981.
9. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. – Ташкент: 1963. – 439 с.
10. Методические рекомендации по мелиорации солонцов и учету засолен-

- ных почв. – М.: Колос, 1970. – 112 с.
11. Панков М.А. Мелиоративное почвоведение. Засоленные и заболоченные почвы Средней Азии и их мелиорации. – Ташкент: Укитувчи, 1974. – 416 с.
  12. Саатмурадов Б.М. Рассоление почвогрунтов под влиянием промывок и режима орошения хлопчатника в условиях Мургабского оазиса: Автореф. дис. ... к. с-х. н. / СоюзНИХИ – Ташкент: 1983. – 21 с.
  13. Шлеймович П.И. Физические свойства почв. – Алма-Ата: Наука, 1973. – 182 с.

Поступила 13.09.2012

Техн. ғылымд. канд. С.Д. Магай

**МЫРЗАШӨЛ СУҒАРМАЛЫ АУМАҒЫНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДА  
ОРНАЛАСҚАН БӨЛІГІНДЕГІ ТОПЫРАҚ-ГРУНТТАРЫНЫҢ  
СУЛЫҚ-ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ**

*Суғармалы алқаптың әртүрлі бөлігінде орналасқан, үш пилоттық учаскелердегі топырақ-грунттарының сулық-физикалық және химиялық қасиеттері зерттелді. Аудандар және қабаттар бойынша орташа өлшемді есептеулері орындалды. Олардың қазіргі кезеңдегі негізгі сипаттамалары анықталды. Топырақтар өнімділігінің төмендеуінің себептері айқындалды.*



УДК 574:539.1.04

О.А. Шарипова \*

**НАКОПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ  
В ОРГАНИЗМАХ РЫБ ОЗЕРА БАЛХАШ***ВОДНАЯ РАДИОЭКОЛОГИЯ, РАДИОНУКЛИДЫ, ИЗОТОП, ПЕРИОД  
ПОЛУРАСПАДА, КОНЦЕНТРАЦИЯ, АККУМУЛЯЦИЯ*

*В данной статье приводятся материалы по накоплению стронция-90 и цезия-137 в организмах промысловых видов рыб озера Балхаш. Анализ результатов радиологических исследований в период 2002...2010 гг. показал, что содержание радионуклидов в рыбах озера не превышает допустимые нормы и, как пищевой продукт, рыба оз. Балхаш безопасна для человека.*

Увеличение естественного радиационного фона в связи с развитием атомной энергетики, а также растущее воздействие человека на биосферу, обуславливает необходимость изучения последствий распространения радионуклидов и действия ионизирующих излучений на объекты окружающей среды и человека.

В настоящее время возрос интерес к проблемам водной радиоэкологии. Много работ отечественных и зарубежных ученых посвящено изучению радиоактивного загрязнения рыб. Одним из вопросов является определение степени поступления, накопления и перераспределения радиоактивных веществ в организмах рыб [3].

Радионуклиды, находящиеся в водоемах, делятся по происхождению на естественные (природные, существовавшие в природе изначально) и искусственные (техногенные). Наибольшую опасность в биологическом отношении представляют изотопы стронция ( $^{90}\text{Sr}$ ) и цезия ( $^{137}\text{Cs}$ ), так как являются близкими аналогами физиологически важных элементов – кальция и калия, имеют длительный период полураспада (28 лет у Sr и 30 у Cs), высокую энергию излучения (оба они  $\beta$ -излучатели, а Cs еще и  $\gamma$ -излучатель). Благодаря этому радионуклиды способны легко включаться в биологический кругово-

---

\* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

рот и, мигрируя по пищевым цепям, попадать в организм человека, вызывая радиоактивное облучение [1, 2].

Вопросам накопления радиоактивных элементов рыбами оз. Балхаш не уделено должного внимания. Материалы радиологических исследований рыб оз. Балхаш публикуются впервые, в чем заключается актуальность и новизна выполненных работ.

Радиоактивные элементы (стронций-90 и цезий-137) определялись в мышечной ткани основных промысловых видов рыб по акватории оз. Балхаш за период 2002...2010 гг. Радиологические испытания проводились на спектрометрическом комплексе «Прогресс» согласно принятым методикам МИ KZ 07.00.00303-07.00.00304.2004. Результаты анализов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в рыбах оз. Балхаш в отдельные годы (средние значения)

Год	Радиоактивность, Бк/кг по видам рыб ( $^{90}\text{Sr}$ )					
	сом	судак	жерех	вобла	сазан	лещ
2002	13,3	9,5	5,5	5,7	7,0	8,4
2003	10,4	13,9	14,5	8,6	25,4	7,6
2004	32,7	29,8	32,8	42,3	27,6	46,6
2007	14,0	20,9	18,6	10,8	21,0	34,7
2010	17,3	17,1	20,8	17,8	19,3	20,3

Таблица 2

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в рыбах оз. Балхаш в отдельные годы (средние значения)

Год	Радиоактивность, Бк/кг по видам рыб ( $^{137}\text{Cs}$ )					
	сом	судак	жерех	вобла	сазан	лещ
2002	1,5	2,7	2,7	3,1	3,8	4,3
2003	8,0	5,8	6,7	5,5	5,7	5,4
2004	2,8	2,8	3,5	3,5	4,2	3,9
2007	6,9	3,4	6,7	8,0	5,3	3,1
2010	3,3	4,1	3,8	3,7	3,3	3,9

Накопление радиоактивных веществ органами и тканями рыб, а также распределение и выделение их зависит от целого ряда условий, основными из которых являются: химическая природа радиоизотопов и периоды их полураспада, концентрация радиоизотопов в воде, вид, возраст и физиологическое состояние рыб, экологические условия [3]. В связи с этим межгодовая динамика концентрации радиоизотопов имеет сложный характер (рис. 1).

Результаты радиологических исследований показали, что содержание стронция-90 в ихтиофауне озера варьирует в широком диапазоне 5,5...46,6 Бк/кг, причем максимальные значения концентрации отмечались в 2004 г. Начиная с 2007 г. наблюдается тенденция к снижению количества радиостронция в рыбах озера.

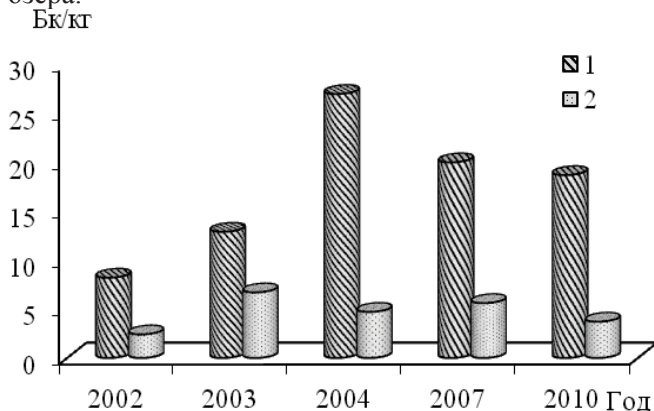


Рис. 1. Многолетняя динамика концентрации радионуклидов в рыбах озера Балхаш. 1 – стронций, 2 – цезий.

Аккумуляция цезия-137 в многолетнем аспекте происходит более равномерно и по абсолютным значениям содержание радионуклида лежит в пределах 1,5...8,0 Бк/кг. Некоторое увеличение концентрации радиоактивного цезия в исследованных экземплярах рыб зафиксировано в 2003 и 2007 гг. (рис. 1).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что наибольшее накопление стронция-90 характерно для леща: 46,6 Бк/кг в 2004 г.; 34,7 Бк/кг в 2007 г. и для воблы – 42,3 Бк/кг в 2004 г. Приоритетными накопителями цезия-137 в 2004 и 2007 гг. были особи воблы и сома, концентрация радиоизотопа находилась в пределах 6,9...8,0 Бк/кг.

В пространственном отношении по акватории озера максимальное аккумулярованное количество изотопа стронция 52,8...84,2 Бк/кг обнаружено в образцах рыб Восточного Балхаша: Ультарахты, Коржун. Высокая накопительная способность стронция 52,2...70,0 Бк/кг характерна для отдельных особей рыб, выловленных в районах Западного Балхаша: Бурыбайтал, Чиганак, Майтан, Б. Орлиная. Максимальное содержание радиоцезия 14,9...19,0 Бк/кг обнаружено в организмах рыб в районах Мын-Арала (Западный Балхаш) и Ультарахты (Восточный Балхаш).

Как отмечалось ранее, концентрация радиоактивных элементов в рыбах зависит от многих факторов, в том числе от химической природы радиоизотопов и взаимодействия с другими компонентами водной среды. Стронций-90, являясь химическим аналогом кальция, откладывается в костной ткани рыб. Повышение содержания нерадиоактивного кальция в водоеме ведет к снижению накопительной способности радиостронция рыбами.

Корреляционная зависимость аккумуляции стронция-90 в рыбах от содержания кальция в воде характерна для нашего озера. Проведенные исследования показали, что в Восточном Балхаше, где концентрация кальция в воде на 27 % ниже, чем в Западном, содержание радиоактивного стронция в организмах рыб на 13,8 % больше, чем в образцах рыб, выловленных в западной части озера. По многолетним данным, в зависимости от типа питания, приоритетными накопителями стронция-90 являются бентофаги, в процентном выражении его содержание составляет 39 % (рис. 2).

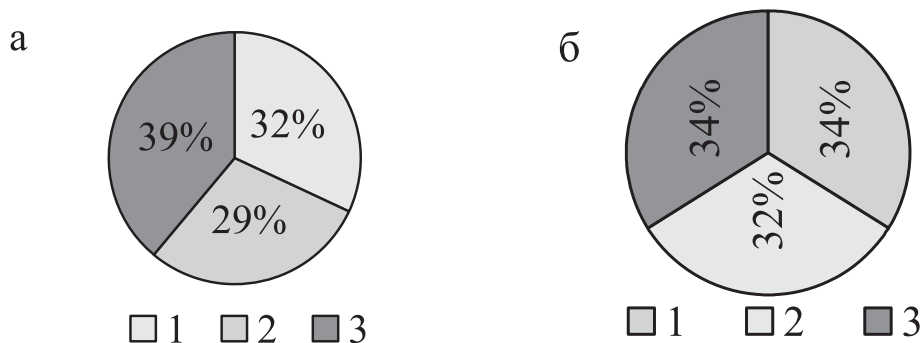


Рис. 2. Процентное соотношение накопления стронция-90 (а) и цезия-137 (б) в рыбах оз. Балхаш (по типу питания). 1 – хищники, 2 – смешанный тип, 3 – бентофаги.

Несколько ниже накопительная способность радиостронция у хищников – 32 %. Наименее подвержены аккумуляции данного изотопа рыбы со смешанным типом питания – 29 %. Результаты анализов свидетельствуют, что накопление цезия-137 в организмах рыб не зависит от типа питания.

Для сравнения приведем литературные данные радиологических исследований рыб других водоемов Казахстана. В организмах рыб водоемов Зайсан-Иртышского бассейна накопление радиоцезия составляет 1,6...4,7 Бк/кг, что соизмеримо с аналогичными показателями для оз. Балхаш. Концентрация радиостронция в рыбах водоемов бассейна лежит в интервале 3,3...20,8 Бк/кг, что в 1,7...2,5 раза ниже,

чем в ихтиофауне озера Балхаш. В Зайсан-Иртышском бассейне аккумулярованное количество цезия-137 у мирных видов рыб в 1,2...1,6 раза выше, чем у хищников, стронция-90, наоборот, в 1,2...1,3 раза ниже [4]. Наши исследования водохранилищ Нура-Сарысуйского бассейна и водоема Кененбай Улытауского района показали, что в рыбах Кенгирского водохранилища радиоактивные стронций и цезий накапливаются в количестве 20...22 и 1...2 Бк/кг соответственно. Содержание стронция-90 и цезия-137 в мышцах особей различных видов водоема Кененбай Улытауского района в многолетнем аспекте варьировало в пределах 1...61 Бк/кг, максимальные значения характерны для эврифагов. Таким образом, по степени накопления радионуклидов в рыбах водоемы Казахстана имеют некоторые отличия, что объясняется специфическими физико-химическими свойствами водной среды.

Следует отметить, что изотопы цезия и стронция накапливаются во всех видах рыб оз. Балхаш, но их содержание в представленных образцах за период исследований не превышало допустимые нормы (стронций – 100 Бк/кг, цезий – 130 Бк/кг) [5].

Как известно, кормовые организмы способны накапливать радионуклиды до концентраций, в сотни и тысячи раз превышающие их значения в окружающей воде [6]. Поэтому поступление изотопов с загрязненной пищей в организм рыб может быть значительным даже при минимальной радиации в воде.

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

- Накопление радионуклидов происходит в мышечной ткани всех видов рыб озера. Наиболее загрязнены стронцием-90 бентофаги. Аккумуляция цезия-137 не зависит от типа питания.
- Многолетняя динамика аккумуляции радиоизотопов имеет сложный характер. Максимальные значения для радиостронция зафиксированы в 2004 г., а с 2007 г. наметилась тенденция к снижению. Некоторое увеличение содержания радиоцезия в рыбах наблюдалось в 2003 и 2007 гг.
- В пространственном отношении в большей степени радиоактивными являются рыбы, обитающие в Восточном Балхаше.
- Как пищевой продукт рыба оз. Балхаш безопасна, так как за весь период исследований не было отмечено превышение нормативов по содержанию радиоактивных элементов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко И.Я., Василенко О.И. Радиоактивный цезий // Энергия: экономика, техника, экология. – М.: – 2001. – № 7. – С. 16-22.
2. Василенко И.Я., Василенко О.И. Стронций радиоактивный // Энергия: экономика, техника, экология. – М.: – 2002. – № 4. – С. 26-32.
3. Буянов Н.И., Емельянова Н.Г., Макеева А.П., Рябов И.Н. Накопление и выведение искусственных радионуклидов организмами пресноводных рыб // Экология. – 1983. – № 4. – С. 26-31.
4. Куликова Е.В. Накопление радиоактивных изотопов в организмах рыб из водоемов Зайсан-Иртышского бассейна. // Гидрометеорология и экология. – 2011. – № 1. – С. 156-160.
5. СП № 611 «Санитарно-эпидемиологические требования к пищевой продукции». – Астана: Министерство здравоохранения РК, 06.08.2010.
6. Федорова Г.В. О радиоактивном загрязнении рыб // Рыбное хозяйство. – 1962. – № 3. – С. 15-19.

Поступила 31.10.2012

О.А. Шарипова

### **БАЛҚАШ КӨЛІНДЕГІ БАЛЫҚТАРДЫҢ АҒЗАСЫНДАҒЫ РАДИОНУКЛИДТЕРДІҢ ЖИНАҚТАЛУЫ**

*Бұл мақалада Балқаш көліндегі кәсіптік балықтар ағзасындағы стронций-90 және цезий-137 жинақталуы туралы берілген. 2002...2010 жылдардағы радиологиялық зерттеу нәтижелері бойынша көлдегі балықтардың ағзасындағы радионуклидтер шекті мөлшерден аспайды және Балқаш көліндегі балық тағам ретінде әбден жарамды.*

ӨӘЖ 577.4:66

Техн. ғылымд. докторы Ж.Е. Дәрібаев\*  
Техн. ғылымд. канд. А.Н. Құтжанова \*\*  
А.А. Орайханова \*

## МҰНАЙ ӨНДЕУ ӨНДІРІСІ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ АТМОСФЕРА АУАСЫНДА СЕЙІЛУІ

*АТМОСФЕРАДА СЕЙІЛУ; ЗИЯНДЫ ЗАТТАР; АТМОСФЕРАЛЫҚ АУА;*

*Шымкент қаласында «Петро Қазақстан Ойл Продактс» мұнай өңдеу өндірісі орналасқан да, онда жылына 6 млн. тоннадан астам мұнай өңделеді. Мұнай өңдеу технологиясы жоғары температурада жүзеге асырылатындықтан үлкен мөлшерде атмосфера ауасы ластанады. Мұнай өңдеу өндірісінің маңында елді мекен орналасуына байланысты, аталмыш өндірістен атмосфера ауасына тасталынатын зиянды заттардың сейілуін анықтау қажеттілігі туындайды. Бұл мақалада мұнай өндірісінен атмосфера ауасына тасталынатын зиянды заттардың сейілуін анықтайтын есептеулер және олардың сейілу картасы жасалынған.*

Қазақстанның оңтүстігінде мұнай өнімдерін өңдеумен айналысатын бір ғана өндіріс орны «Петро Қазақстан Ойл Продактс» ашық акционерлік қоғамы Шымкент қаласының оңтүстік-шығысындағы тұрғын аудан шекарасынан 4...5 шақырым қашықтықта, Бадам өзенінің сол жағында орналасқан. Өндіріс орнынан ең жақын маңдағы тұрғын үйлерге дейінгі қашықтық 1000 метрге дейін де, Қарабастау елді мекені одан 1500 м жер аралығында жатыр. Өндіріс орны 335,05 га жерге орналасқан да, ол жердің 10 гектары көгалдандырылған. Өндірістік атмосфераға тасталынатын түтін түріндегі газдар негізінен ЛК-6У комплексінде түзіледі. Құрамындағы күкірті 1,27 % дейінгі мұнайдан жоғары сапалы, күкірті аз дизел отыны мен керосин өндіруге мүмкіндік беретін тазалау блогы – газфракциялық қондырғыдан,

\* Қаныш Имантайұлы Сатпаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Университетінің, к. Алматы

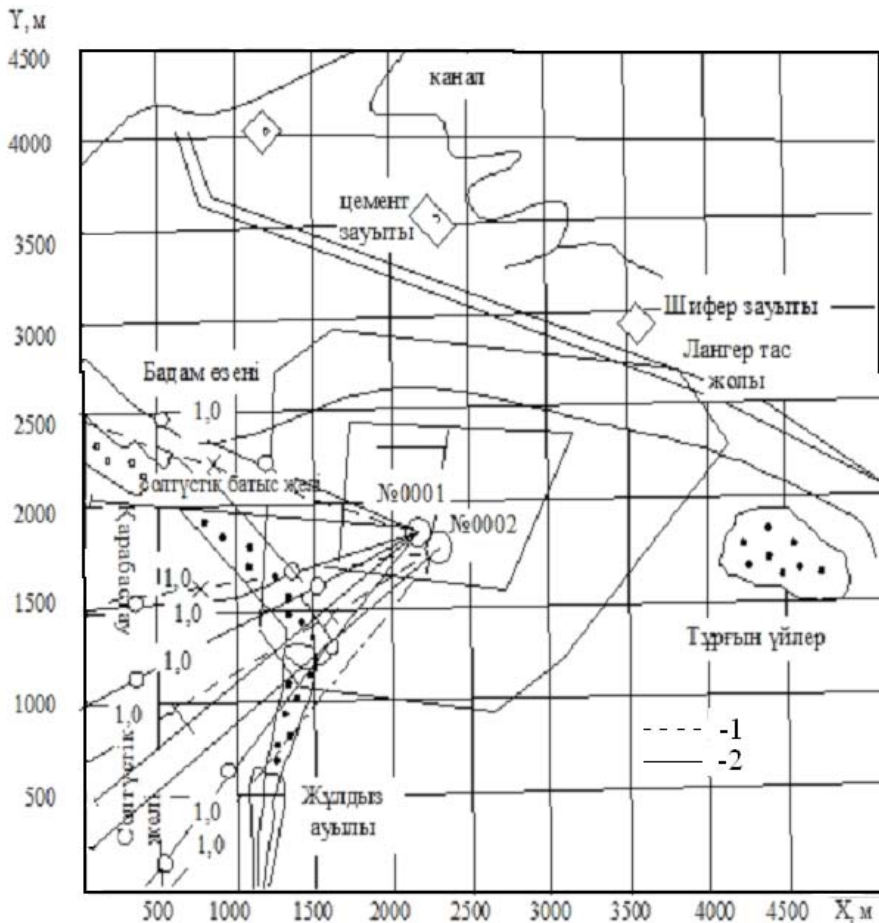
\*\* Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік Университетінің

катализдік риформинг қондырғысынан және сумен тазалау секциясынан тұрады. Өндірістің негізгі ЛК-6У комплексінің жанында жұмсақ термиялық крекингілеу – висбрекинг қондырғысы орналасқан, онда мұнай өнімдерін алу барысында түзілетін мазуттан жоғары сапалы дизель отыны, бензин және отындық газ алынады. Мұнай өндірісінің негізгі ЛК-6У комплексінде және висбрекинг қондырғысында түзілетін зиянды заттар диаметрі 1,0 м, биіктігі 32 м мұржалар арқылы атмосфераға шығарылады. Комбинацияланған ЛК-6У қондырғысында және висбрекингте түзілген газдардың құрамындағы күкіртті сутек пен аммиакты булау арқылы тазартылып, 50...60 % сепаратор арқылы конденсацияланғаннан кейін, жандырғыш мұржаларда тотықтырылады. Атмосфераға шығарылатын көмірсутектер мұнай өнімдерін сақтайтын резервуарлар паркінен бу түрінде түзіледі. «ПКОП» ААҚ-ы жобаланған қуаты 6 млн. т мұнайдан мынадай отын түрлерін өндіретін өндіріс орны болып табылады:

- ✓ бензин 1 млн. 70 мың т;
- ✓ дизель отыны 1 млн. 590 мың т;
- ✓ мазут 2 млн. 539 мың т;
- ✓ сұйытылған газ 55 мың т.

Мұнайды біріктірілген қондырғыда өңдеу – шашырап жатқан ластау көздерін бір жерге жинақтап, атмосфераға шығарылатын күкірттің қос тотығын, күкіртті сутекті, азот тотықтарын, көміртегі тотығын, фенол, мазут күлі сияқты зиянды заттардың атмосферада сейілуін анықтауды жеңілдетеді. Бір жерге жинақталған технологиялық лаस्ताу көздерінен (суреттегі № 0001 біріктірілген ластау көзі) жылына 994,297 т күкірттің қос тотығын, 17,24 т күкіртті сутекін, 902,329 т азот тотығы мен 45,502 т азоттың қос тотығын, 0,046 т аммиак және 845,825 т көміртегі тотығын, 3,462 т фенол және 9,64 т мазут күлі мен 0,8 т көмірдің күлін атмосфераға шығаруға мүмкіндік береді. Сонымен бірге, суреттегі өндіріс орны орналасқан карта-схемада көрсетілген № 0002 ластау көзінен жылына  $C_6-C_{10}$  шегіндегі 12288 т мөлшеріндегі көмірсутектер, 64,96 т метан, шектелінбеген 500,77 т мөлшеріндегі көмірсутектер, ароматтық көмірсутектер тобына жататын 150,684 т бензол, 105,553 т ксилол, 206,979 т толуол және олардың тобына жататын 3,462 т фенол тасталынады. «ПКОП» ААҚ-на қарасты мұнай өңдеу өндірісінен атмосфераға тасталатын зиянды заттардың мөлшерлері және олардың қоршаған ортаға қауіптілігі 1-кестеде көрсетілген.





Сурет. «ПКОП» ААҚ-ы орналасқан өндіріс ауданының карта-схемасы.  
 № 0001 – атмосфераны көмірсутектермен ластау көзі; № 0002 – өндіріс газдарын жағу мұржалары.  $ШРК_{ОРТ}^{SO_2} = 0,05 \text{ мг/м}^3$ ;  $ШРК_{ОРТ}^{CH} = 0,1 \text{ мг/м}^3$ .  
 1 –  $SO_2$ , 2 –  $C_xH_y$

1-кесте

Ластау көздерінен атмосфераға тасталынатын зиянды заттардың мөлшері мен қауіптілік кластары

Зиянды заттардың түрлері	Мөлшері, т	Қауіптілік класы	Орта тәуліктік шектік рауалы концентрациясы
Азоттың қос тотығы	45,502	2	0,04
Азот тотығы	902,329	3	0,06
Аммиак	0,046	4	0,04
Көмірсутегі күйесі	0,1175	3	0,1

Зиянды заттардың түрлері	Мөлшері, т	Қауіптілік классы	Орта тәуліктік шектік рауалы концентрациясы
Күкірттің қос тотығы	994,297	3	0,05
Күкіртті сутегі	17,24	2	0,008
Көміртегі тотығы	845,825	4	3,0
Метан	64,96	4	50,0
Шектелген C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	12288,05	4	0,005
Көмірсутектер	500,77	3	0,005
Шектелмеген көмірсутектер			
Ароматты көмірсутектер:			
бензол	150,684	2	0,1
ксилол	105,553	3	0,2
толуол	206,979	3	0,6
Фенол	3,462	2	0,003
Мазут күлі	9,644	2	0,002
Көмір күлі	0,8	3	0,1

Атмосфераның мұнай өңдейтін өндіріске байланысты ластануын зерттеу және ластану деңгейін бағалаудың алғы шарты – сол ауданның экологиялық карта-схемасын жасау болып табылады. Себебі экологиялық карта-схемада өндіріс алып жатқан жердің аумағы, санитарлық қорғау аймағы, экологиялық тұрғыдан ерекше қорғалатын нысандар, мәселен, тұрғын аудандар, су көздері, орман шаруашылығы, егістік алқаптардың ластану көздерінен қашықтығы, олардың санитарлық талаптарымен ластану деңгейлері көрсетіледі. Карта-схемада көрсетілген аудан ластану көздерінің параметрлеріне және өндіріс орналасқан жер бедеріне байланысты радиусты қамтиды. Жер бедері жазық болған жағдайда карта-схема қамтылатын радиуста зиянды заттардың концентрациялары үздіксіз азайып отыруы тиіс [1]. Атмосфераға тасталынған зиянды заттардың сейілуіне бірнеше экологиялық факторлар әсер етеді:

1) ластау көзі орналасқан жердің температуралық стратификациясы – А коэффициенті: ол ластау көзінен шығатын зиянды заттардың жергілікті жердің климаттық ерекшеліктеріне байланысты тік және көлденең бағытта сейілуіне әсерін тигізеді;

2) атмосфера ауасының температурасы;

3) желдің бағыты мен жылдамдығы.

Қазақстан үшін температуралық стратификация коэффициенті 200-ге тең екендігі анықталған [2]. Желдің бағыты мен жылдамдығы көп жағдайда зиянды заттардың сейілуіне әсерін тигізетін қолайсыз метеорологиялық әсерлердің туындауына мүмкіндік жасайды. Ал қолайсыз

метеорологиялық жағдайда зиянды заттардың сейілуі қиындайды. Осыған байланысты айта кету керек, әр ластау көздері мен зиянды заттардың шығу бағыттарына сай өздеріне тән экологиялық тұрғыдан қауіпті жел жылдамдықтары болады.

Шымкент қаласында бақыланып жүрген жел бағыттары 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте

Шымкент қаласындағы жел бағыттары

Аталынуы	Жел бағыттары							
	С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ
<b>Қаңтар</b>								
Қайталануы	4	8	32	24	6	11	8	7
Орташа жылдамдығы	1,6	2,7	2,6	2,8	5,4	5,1	2,9	2,2
<b>Шілде</b>								
Қайталануы	9	22	25	12	3	6	8	15
Орташа жылдамдығы	3,6	5,6	2,8	2,7	3,8	4,2	3,3	3,2

Бұл есептеулер нәтижесі тек Шымкенттегі мұнай өңдеу өндірісінен қоршаған ортаға газ түрінде тасталынатын азот тотықтары мен күкірт қосылыстарының, сонымен бірге, шектелмеген көмірсутектер буымен мазут күлінің атмосфера ауасын қауіпті деңгейде ластайтындығының, ал күкіртті сутекпен, ароматты көмірсутектер және фенолмен жоғары деңгейде ластанатындығының дәлелі бола алады. Бірақ аталған зиянды заттардың қауіпті деңгейдегі концентрациялары өндірістің санитарлық қорғау зонасы аясынан шығып, селитбеті зонаға тарайтындығын оларды сейілу қашықтықтарын анықтау арқылы көз жеткізуге болады.

Атмосфераға тасталынған зиянды заттардың жер бетіне жақын жатқан ауа қабатындағы максимал концентрациялары білінетін максимал қашықтықтары олардың температураларына байланысты мынадай формула-лармен анықталады:

$$C_M^1 \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

$$C_M^1 \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{1,3}}, \quad (2)$$

мұндағы  $C_M^1$  – ыстық ластау көздері үшін зиянды заттардың максимал концентрациялары;  $C_M^2$  – суық ластау көздері үшін зиянды заттардың максимал концентрациялары;  $A$  – стратификация коэффициенті (Қазақстан үшін  $A = 200$ );  $M$  – атмосфераға тасталынатын зиянды заттардың мөлшері, г/с;

$F$  – зиянды заттардың атмосферадан жерге шөгу жылдамдығы;  $m, n$  – зиянды заттардың ластау көздерінен атмосфераға таралу ерекшеліктерін сипаттайтын өлшемдері жоқ шамалар;  $\eta$  – жер бедеріне байланысты анықталатын коэффициент;  $H$  – ластау көзінің биіктігі, ( $H = 15$  м);  $\Delta T$  – ластау көзінен шығатын газ температурасы мен қоршаған ортаның жылдық орташа температурасы арасындағы айырым, °С;  $V_1$  – ластау көзінен шығатын газғауа қоспасының көлемі, м<sup>3</sup>/с;

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (3)$$

мұндағы  $D$  – ластану көзінің диаметрі ( $D = 1$ ), м;  $\omega_0$  – ластану көзінен атмосфераға күлдің көтерілу жылдамдығы, ( $\omega_0 = 5,47$ ) м/с;

$$K = \frac{D}{8V_1}, \quad (4)$$

Газдардың сейілу концентрациясын сипаттайтын (1-формуладағы)  $m$  коэффициенті:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt{f}}, \quad (5)$$

Бұл жердегі  $f$  мынадай формуламен анықталады:

$$f = 10^3 \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H \cdot \Delta T} = \frac{30250 \cdot 1}{1024 \cdot 988} = 0,03, \quad (6)$$

Анықталған  $f$  шамасына байланысты өндіріс орны біркелкі жазық жерде орналасқандығын байқауға болады.

Зиянды заттардың ластану көзінен шығу параметрлеріне сай  $n$  жел жылдамдығына және ластау көзінен шығатын газ көлеміне байланысты есептелінеді. Бұл мақсатта ластану көзінен шығатын зиянды заттар көлемі  $V_1$ -мен анықталады:

$$V_1 = 4,3 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$G_M = 0,05 \cdot \frac{\sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{H} = 2,2 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (7)$$

«ОНД-86» нормативтік құжатының талабы бойынша, өндіріс орны орналасқан жер ауданында бақыланатын жел жылдамдығы  $V_M > 2$  м/с-тан артық болған кезде,  $n = 1$  тең болады.

Ластау көзінен шығатын зиянды заттардың сейілуіне мысал ретінде азоттың қос тотығының және көмір сутектердің сейілуін аламыз да, алдымен олардың г/с-пен алғандағы мөлшерін анықтаған соң, олардың максимал концентрациялары және максимал концентрациялары білінетін максимал қашықтықтары –  $X_M$  -ді анықтаймыз:

$$M_{NO_2} = \frac{195,941 \cdot 10^6}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 62,13 \text{ Г}, \quad (8)$$

$$M_C = \frac{12288,05 \cdot 10^6}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 389,65 \text{ Г}, \quad (9)$$

$$C_M^{NO_2} = \frac{200 \cdot 62,13 \cdot 1,26 \cdot 1 \cdot 1}{1024 \cdot \sqrt[3]{4,3 \cdot 988}} = 0,944 \text{ мг/м}^3,$$

$$C_M^{C_6-C_{10}} = \frac{200 \cdot 389,65 \cdot 1,26 \cdot 1 \cdot 1}{1024 \cdot \sqrt[3]{4,3 \cdot 988}} = 5,92 \text{ мг/м}^3.$$

Өндіріс орнынан атмосфера ауасына тасталынатын зиянды заттардың максимал концентрациясы  $C_M$  білінетін максимал қашықтық  $X_M$  мынадай формуламен анықталады:

$$X_M = \frac{5-4}{4} \cdot d \cdot H, \quad (10)$$

бұл жердегі размері жоқ  $d$   $\mathcal{G} > 2$  болған кезде мынадай формуламен анықталады:

$$d = \left( 7 \cdot \sqrt[3]{\mathcal{G}_M \cdot (1 + 0,28) \sqrt{f}} \right) = 13,82. \quad (11)$$

Сонда  $X_M = 13,82 \cdot 32 = 442 \text{ м}$ .

Ластау көзі орналасқан ауданның орташа жел жылдамдығына байланысты және  $X = X_M$ , ал зиянды заттардың көлденең бағыттағы концентрацияларын қаперге алатын есептеу нүктесіндегі зиянды заттардың сейілу концентрациялары мынадай формуламен анықталады:

$$C = C_M \cdot S_1 \cdot \frac{X}{X_M} \cdot S_2 \cdot \left( U \cdot \frac{|y|}{X} \right), \quad (12)$$

мұндағы:  $S_1 \leq \frac{X}{X_M} \leq 1$  болғанда мына формуламен анықталады:

$$S_1 = 3 \cdot \left( \frac{X}{X_M} \right)^4 - 8 \cdot \left( \frac{X}{X_M} \right)^3 + 6 \cdot \left( \frac{X}{X_M} \right)^2 \approx 1, \quad (13)$$

мұндағы  $u$  – жергілікті жердегі жылдық орташа жел жылдамдығы (3,65 м/с).

Осылай есептеулер арқылы анықталған зиянды заттардың мұнай өңдеу өндірісінен сейілу концентрациялары ластау көзі орналасқан ауданның суретте көрсетілген карта-схемада белгіленген. Бұл карта-схемада көрсетілген мәліметтер бойынша, ластау көзі маңында орналасқан Қарабастау және сол ауданға жататын Жұлдыз ауылы үшін солтүстік-шығыс жел экологиялық тұрғыдан аса қауіпті болып табылады. Себебі шеңбер бойымен алып қарағанда, жел бағыттарының ішінде солтүстік шығысқа бағытталған жел жаз айларында 22 % шамасында болады. Осыған байланысты ластау көздерінен шығатын зиянды заттардың шектік рұқсат етілген концентрацияға дейін сейілу шекараларының ішінде тұрғын аудан шекарасы жатыр.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дәрібаев Ж.Е., Құтжанова А., Шалабаева Г.С., Турметова Г.Ж., Дәрібаева Н.Г. Өндіріс қалдықтарын агломерациялық өңдеудің физика-химиялық ерекшеліктері. – Түркістан: Тұран, 2009. – 210 б.
2. Общесоюзный нормативный документ (ОНД-86). – М.: Госкомгидромет, 1986. – 90 с.

Поступила 11.10.2012

Доктор техн. наук  
Канд. техн. наук

Ж.Е. Дарибаев  
А.Н. Қутжанова  
А.А. Орайханова

#### **РАССЕИВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*На предприятии «Петро Казахстан Ойл Продактс», расположенном в городе Шымкенте, ежегодно перерабатывается свыше 6 млн. тонн нефти. Процесс переработки нефти осуществляется при высокой температуре, что приводит к значительному загрязнению атмосферного воздуха вредными газами. В настоящей статье приведены результаты расчета концентраций вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при переработке нефти и карта-схема их рассеивания в воздухе.*

УДК 821.512.122.09.01

Геогр. ғылымд. докторы Қ.Т. Сапаров \*

**КӨЛ ЖӘНЕ БАТПАҚ АТАУЛАРЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ МЕН  
ДАМУЫНЫҢ ГЕОГРАФИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ***ГИДРОНИМ, ЛИМНОНИМ, ПОТАМОНИМ, ГЕЛОНИМ, МИКРОГИ-  
ДРОНИМ, ИНДИКАТОР-ТЕРМИН, ФИЗИКАЛЫҚ-ГЕОГРАФИЯЛЫҚ  
ЕЛ, ПРОВИНЦИЯ*

*Мақалада Шығыс Қазақстан облысы материалдары негізінде су нысандарының топонимдерде бейнелену заңдылықтары жөнінде сөз болады. Сонымен қатар ерекше қорғалатын табиғи нысандармен топонимдердің өзара байланысы мен гидрографиялық терминдер жүйесі жан-жақты қарастырылған.*

Шығыс Қазақстан облысының аумағы оңтүстік-батыс Алтай (Қазақстан Алтайы) Зайсан қазаншұңқыры, Қалба жотасы, Сауыр-Тарбағатай, Ертіс маңы жазығы және Сарыарқаның шығыс бөлігін алып жатыр. Облыс аумағы өтпелі екі аймаққа (субрегион) жіктеледі. Шығыс аймаққа: Кенді Алтай, оңтүстік Алтай, Қалба жотасы, Зайсан қазаншұңқыры, Сауыр-Тарбағатай жотасы, албатыс аймаққа Ертіс маңы жазығы, Шыңғыстау таулары, Көкпекті Шар ұсақ шоқылы және Алакөл қазаншұңқыры табиғи кешендері жатады [6].

Алтай Зайсан ойпатынан басталып, Байкал көліне дейінгі аралықты алып жатқан Алтай Саян таулары деп аталатын аса үлкен тау жүйесінің бір бөлігі болып табылады.

Жер бедерінің ерекшелігіне қарай Қазақстандық Алтай үш ауданға бөлінеді. Олар Кенді Алтай, Оңтүстік Алтай және Қалба жотасы, солтүстігінде Бұқтырма өзені мен оңтүстігінде Зайсан, Қара Ертіс аралығында жатыр. Нарын-Бұқтырма қазаншұңқыры Кенді Алтайдан бөліп жатса, Ертіс аңғары оны батыс жағынан Қалба жотасынан бөліп тұрады. Шығысында ол Үкөк тау қыратымен шектесіп жатыр. Батыстан шығысқа

---

\* Павлодарский государственный университет им.С. Торайгырова. г. Павлодар

қарай Нарын, Сарымсақты, Алтай Тарбағатайы, оңтүстікке қарай Күршім және Оңтүстік Алтай жоталары созылып жатыр. Азутау және Күршім (Сарытау) Бүркіттітау аралығында Марқакөл қазаншұңқыры орналасқан.

Оңтүстік Сібір тауларының физикалық-географиялық елі, Алтай ФГО және Жоңғар Сауыр-Тарбағатай ФГ еліне жататын Сауыр-Тарбағатай ФГО аралығында орналасқан Шығыс Қазақстан облысының табиғаты ерекше шөлейтті ландшафттық табиғи зонада орналасқан Зайсан қазаншұңқыры (Каспий маңы – Тұран ФГЕ-не жататын) Зайсан провинциясына жатады. Кенді (Батыс) Алтай – Оңтүстік Алтайдың солтүстік-шығыс бетінде Үлбі, Иванов, Оба тау жоталары орналасса, оңтүстік-шығысқа қарай Листвяга (Қоңыржон), Холзун (Қалзын), Көксу, Тегерек, Қарғон, Теректі тау жоталары созылып жатыр. Қалба жотасы Ертіс өзенінің сол жағында Көкпекті, Бөкен, Шар өзендерінің аңғарларының арасында орналасқан [6]. Қалба жотасының ең биік нүктесі Сарышоқы (1508 м) батыс жағында Шар аңғары арқылы Сарыарқамен шектеседі. Зайсан ойпатының оңтүстік шекарасы Сауыр-Тарбағатай тау жүйесіне (ФГО) келіп тіреледі. Шығыс Қазақстан және Алматы облысының шекарасында Алакөл ойысы жатыр. Зертту нысанына айналған аумақта жазықтық, таулы немесе қазаншұңқырларда орналасқан (тектоникалық) және реликті қалдық көлдер жиі кездеседі [2]. Жазықтықтағы көлдердің көпшілігі теңіз деңгейінен 100-350 м биіктіктегі неоген антропоген шөгінді жыныстарының үстінде орналасқан. Ондай көлдерді аумақтың Солтүстік-батысында Семей өңірінің Ертіс маңы жазығындағы бөлігі (Белағаш жазығы), Бесқарағай, Бородулиха аудандарында кездестіруге болады. Мысалы Семейдің Таспалы (реликт) қарағай орманы арасындағы *Шошқалы*, *Тұз көлдері*, Аққұлы- (Қиық) Павлодар облысы, Құлынды даласы өңірінің қазаншұңқырында орналасқан *Шарбақты*, *Тлеуберді*, *Ұялы* т.б. көлдерімен шектесіп жатыр. Олардың маңайы ежелгі құмтөбелермен кей жерлерде сусымалы төбешікті құмдармен сипатталады. Т.Р. Омаровтың зерттеулеріне қарағанда Батыс субрегионында (бұрынғы Семей обл.) көлемі бір гектардан жүз гектарға дейін 891, ал бір шаршы километрден жоғары 73 көл бар. Осы көлдердің ішіндегі ең ірісі: *Алакөл-Сасықкөл*, *Ұялы (Балқаш-Алакөл ойысы)*, *Мойылды сор*, *Үлкен Шұға*, *Сасық*, *Шолақтерек*, *Бүрліген*, *Иткөл*, *Қолдар* және т.б. аумақтың 0,2 пайызын алып жатыр. Шығыс субрегионында (бұр ШҚО) көлемі бір гектардан жүз гектарға дейін – 985, ал 1 шаршы километрден жоғары 18 көл, оның ішінде *Зайсан*, *Марқакөл* және т.б. атауға болады [9, 11].



Біздің зерттеулерімізде аумақтағы барлық 1967 көлдің (1977) 337 атауы көл термині негізінде қалыптасқаны анықталып, топтастырылды (Кесте).

Сонымен қатар терең көлдер санатына жататын *Үлмейіс* -38 м, (Шалқар, Сібе көлдері), Алтайдағы *Рахман* -30 м, *Марқакөл* -27 м, т.б. ерекше атауға болады [6]. Көлдердің басты ерекшелігі жасының (жаратылысы) әр түрлі және әр кезеңде пайда болғанымен сипатталады. Орманды дала, дала зоналарының көлдері біртіндеп шөгінді жыныстарға толып, оларда өсімдіктер қаптап өсуде. Шөлейт шөл зоналарының көлдері біртіндеп тартылып, тұзды көлдерге айналады. Кейін ол көлдер сорға (шақат) айналады. Мұндай көлдер аумақтың солтүстік-батыс, батыс, оңтүстік аумақтарында жиі кездеседі. Қазақстан Алтайының биік таулы аймақтарының көлдері шығу тегі жас көлдерге жатады. Тау аралық төмен түскен ойыстар мен жарықтарда көп қазаншұңқырлар суға толып, көлдер пайда болады. *Марқакөл*, *Язовое* (*Жазоба*), *Черновое* (*Қаракөл*), *Тұранғыкөл* т.б. көлдердің ауданы 1 шаршы километрден асады. *Бағанор* көлі – Қара Ертіс жүйесіне енеді. Монғол тіліндегі баға «аз», «шағын», «қысқа» + нор «нуур» көл мағынада туындаған, көлдің аумағының аздығынан хабар береді. *Барынкөл*- Марқакөл ауданында орналасқан. Барын мағынасы түркі-монғол тілдеріне ортақ баран/бараан «қара қоңыр», «қара кер» (қаракөл), сондай ақ, монғол тілінде баруун «батыс» яғни «Батыс өзені» мағынасындағы гидроним болып шығады [4].

**Зайсан** көлі Зайсан қазаншұңқырында теңіз деңгейінен 382 м жерде орналасқан. Оның ауданы – 1800 км<sup>2</sup>, тереңдігі – 7 м, тұщы ағынды көлге жатады. Зайсан көлінің атауы жөнінде көптеген пікірлер қалыптасып отыр – Зайсан деген атауды 1650 жылы Қалмақтар қойған екен. Аштыққа ұшыраған көптеген азаматтардың көл жағасына келіп, тайдай тулаған балығымен өмірлерін сақтап қалуына байланысты көлге «игі», «игілік», «мейірман» («Зайсан» сөзінің қазақша мағынасы) деген ат берілген. Сөйтіп көлді Заасингнор (жақсы көл) атапты. Ғ. Қоңқашбаев; «монғолдың, Заасинг(жақсы)» деген сөзінен бұл атау ертеректе *Зайсан-нор*, кейде *Нор-Зайсан* деп те атаған.

М.М. Красовскидің пікірінше Зайсан көлінің бұрынғы атауы Хонхаты (Кунг-Кетунор) – Қоныраулы көл, өйткені көлдің толқындары жағадағы қалың қамысты ұрған кезде қоңырау үні іспетті дыбыс шығатын көрінеді [2].

## Шығыс Қазақстан облысының лимнонимдер топтамасы

Физикалық географиялық ерекшелігі	Санына байланысты	Физикалық және химиялық қасиеті, түсі бойынша	Антропонимнен және гидронимнен туындаған	Метфоралық терминдер, тарихи оқиғаға байланысты	Фитонимдер, зоонимдер негізінде қалыптасқан
Айнакөл	Бестаскөл	Ақкөл	Айтқожа	Ақмола	Айдарқамыс
Айыр	1-2 Барын Бабағай	Ақсор	Әбжан	Аяқжамбас	Ақжық
Ақтөбекөл	Қоскөл	Ақсу	Әлімбай	Басмойын	Ақтораңғы
Бұрмакөл	Үлкен	Алакөл	Байыр	Бастұма	Алабұғасор
Дөңгелексор	Үл. Аққу-дықсор	Арасан	Бұрабай	Белкөл	Балықтыкөл
Жайсаң	Үл. Жіңішкесу	Ащықак	Кебенсор	Босаға	Бозши
Жалаңашкөл	Үлкенкөл	Ащыкөл	Мақаткөл	Көлбас	Жалғызқарағай
Жалпақ	Үлкенсор	Ащықудық	Малай	Қоржынкөл	Жалғызтерек
Жарыққудық	Үшкөл	Ащыөзек	Малдыбай	Көшпес	Жыланды
Жарықтассор	Үшқудық	Бозша	Манғазы	Мойынсу	Жыңғылды
Қайрақ		Борлықақ	Мұсағайсор	Оқкөл	Қамысақ
Қараөткел		Жаманкөл	Өтеп	Шанырақкөл	Қарағандыкөл
Қараой		Жамансор	Рахман		Қоғалы
Қарасай		Қақ (бөрет)	Сабырбай		Көпшetal
Қарағакыр		Қарабастұз	Сырғабай		Ойсексеуіл
Қарашоқы		Қаракөл	Танеке		Сормойынды
Кезеңкөл		Қарақызыл	Темір		Сусарлы
Кемеркөл		Қарасор	Ұласпай		Тағанды
Кішкенекөл		Қасқабұлақ	Шуашбай		Тайжамылған
Көкірiм		Көккөл	Шұға		Тораңғылықөл
Көлшікөл		Қолақак	Ырысбай		Үшқоныс

Физикалық географиялық ерекшелігі	Санына байланысты	Физикалық және химиялық қасиеті, түсі бойынша	Антропонимнен және гидронимнен туындаған	Метофоралық терминдер, тарихи оқиғаға байланысты	Фитонимдер, зоонимдер негізінде қалыптасқан
Көл (7 рет)		Қопа (15 рет)			Шаған
Көпкөл		Қопалы			Шағьркөл
Қисықкөл		Құрқопа	<i>Генолимнонимдер:</i>		Шикөл
Құмкөл		Қызылқак	Алшын		Шыбындыкөл
Қызылжар		Нашаркөл	Ақтайынша		
Қызылтұма		Сабындыкөл	Апатай		
Қызылшоқы		Сарыкөл	Өлжан		
Майшоқы		Сасықкөл	Бақанас		
Сазкөл		Сор (4 рет)	Беген		
Тассуағ		Такыр (5 рет)	Бөкенші		
Тереңкөл		Тұздықөл	Жанан		
Тізесу		Шар	Қамбарқарасу		
Шалқар			Қарабай		
Шығанақ			Көшек		
Шұңқырсор			Садыркөл		
			Сарыманак		
			Сасық		
			Төркөл		
			Төртқара		
			Ұзын Самай		

Н. Құрманбекұлы «Атыңнан айналайын «Бейне теңіз»» атты мақаласында төмендегідей деректер келтіреді: Ертіс өзені қақ жарып өтетін осы көлді 13 ғасырда бабаларымыз «Бейне теңіз» деп атаған көрінеді [16]. Найман мен Керейді ығыстырған моңғолдар кейін көпшілігі моңғол тайпалардан құралған жонғария мұндағы жер-су аттарын өз тілдеріне аударып алғаны заңды құбылыс. Мысалы Бейне теңіз немесе теңіз аталған көлді Зайсан нор, Барқытбел тауын – Тарбағатай деп өзгерткен еді [4]. Орыс елшілерінің басшысы болып монғолияға сапар шегіп, осы көлге 17 ғасырда келген Ф.И. Байков оны «Қызылбас» деп атайды. Ғалым Ғ.А. Байназарова Зайсан көлі туралы мынадай да деректі айтады: «1864 жылы Жеменей көлінде әскери бекініс салынды. Бұрын ол жер *Ақшатырлы* деп аталып, кейін Зайсанға айналды» [3].

Сонымен бірге қалмақтың Зайсан сөзі қазақша «рақымды» деген сөздің мағынасын білдіреді деу де, біздің ойымызша, дұрыс емес, өйткені «зайсан» моңғолша «би», «бек», деген сөз екенін Құрбанғали Халид айтады. Бұл жерде қалмақтардың бір тармағына жататынын да айта кеткен жөн. Құрбанғали Халид Зайсан аталуын былай түсіндіреді: «бәрі 200 мың қол болып, Сағун ханы Бұғұқра хан бәріне бас болып хұндарға қарсы шықты. Батыстан татар хан Чамунат жүз мыңнан аса қолмен келіп, бәрі Жайсаң көліне жиналған. «Жайсаң» моңғолша ұлы адамдарға яки орасан мол топқа айтылатын мақтаныш лақаб, мына жиын себебімен көл аталған. Қазақ «қасқа мен жайсаң» жиылған жер деп осындай дүбірлі тарихи уақиғасы бар орынды айтады» [15]. Кейбір деректерде 13...14 ғғ. Қытай елі жүз жылға жуық моңғолдардың билігінде болғаны белгілі. Қытайды алғаш билеген Шыңғыс ханның немересі Құбылай өз әулетін қытайша «Юань» деп атайды. Сол заманда қытайлар жергілікті ұлыстарды басқарушы адамның лауазымын «цзяй-сян» дейді-тұғын. Юань әулеті кезінде (1271...1368 жж.) бұл лауазымды моңғолдар да елді басқару жүйесіне енгізеді. Бірақ «цзяй-сян» термині моңғол тілінің айтылу орайына қарай Зайсан болып өзгеріске ұшыраған деуге болады. Белгілі түркітанушы этнограф В.В. Радловтың пікірінше, зайсандар жергілікті әкімшілік ұлыстарды басқарған. Сонымен қатар Зайсан сөзінің моңғолдарға қытай тілінен ауысқандығы туралы және оның ерте заманнан аймақ пен ұлыстарды басқарушыларға берілетін ресми лауазым екендігіне 1630 жылы Қытайлық лама Лубсан Данзан жазған «Алтын түйін» кітабында да айтылады [5]. Б. Бәмішұлы көл атын ежелден Жайсаң екенін, ана тіліміздің байырғы төл сөзінен қайылғанын айта отырып: «Етек

жәнін кеңге салып, жағасы жайлаудай жайылып, мамырлап жатқан тұщы көлін бабаларымыз жайсаң атаған ғой».

Бір шеттен көз салсаң қарсы бетіне көз жетпейтін теңіз іспетті тұщы көлдің «*Нор Зайсан*» атауы қазақтың нұр жайсаң деген сөзінен шыққанын дәлелдей түседі. Зайсан көліне Қара Ертіс, Кендірлік және Қылы өзендерінің құятынын және Тарбағатайда бастау алатын өзендердің құймайтынын оның ерекшелігіне де орыс зерттеушілері сипаттама берген. М.С. Чернышев зерттелеулерінде Көлдің ұзындығы 100 верст, ені 28 верст, ауданы – 600 шаршы верст, тереңдігі 4 саженге тең деп берілген. Солтүстік жағалауы қыратты сазды, құмды жондар (Шакелмес), басқа бөлігі аласа жазықты жағалауымен ерекшеленеді. Оңтүстік Алтай және Сауыр-Тарбағатай аралағында ұсақ көлдердің санатына жататын *Қонақкөл, Марқакөл, Алакөл, Шыбындыкөл, Сасықкөл, Қаракөл, Әмірекөл, Теміркөл, Белкөл, Қоскөл, Боздыкөл, Көтелектің көлі, Қозыкөл, Тақыркөл, Таздың көлі, Сегізкөл, Саршакөл, Шошқакөл, Шөптікөл, Алтынкөл* т.б. шоғырланған.

Оңтүстік Алтайдың інжу-маржаны аталған **Марқакөл** теңіз деңгейінен 1449 м биіктікте жатыр. Ауданы - 455 км<sup>2</sup>, ұзындығы - 38 км, ені – 19 км, ең терең жері 27 м болатын көлге 27 кішігірім өзендер құяды да, тек жалғыз Қалжыр өзені ағып шығады [6]. Марқакөлдің табиғаты жөнінде В.В. Сапожников, К. Струве, Г. Потанин, Н.И. Яблонскийлер күнделіктеріне құнды жақсы естеліктер қалдырған [4]. Марқакөл лимнониміне тоқталсақ, ерте кезде көлдің орнына кең жазық дала болыпты деседі. Осы маңды жайлаған бір байдың жүйрік аты байланған қазықты суырған кезде, орнынан су атқылап шығады. Жайылған су шөптерді ағаштарды басып, жоғары көтеріліп, тау баурайына дейін жетеді. Ауыл көшіп үлгере алмай, байдың бір көген марка қозылары су астында қалып қойыпты. Содан Марқакөл аталыпты [8]. Бұл халықтық этимология негізінде қалыптасқанға жанасады. Н.А. Аристовтың кейбір жалайыр ру тармақтарын қарлұқтардың руларымен этникалық тұрғыдан ішінара байланыстыратын кейбір пікірлерін айта кетуге болар еді. Жалайырдың Сыпатай руының тармақтары ақ-марқа және қара-марқа өздерінің аты арқылы Алтайдағы Марқа көлін еске түсіреді және оларды қарлұқтар (қарлық) руының қалдығы деп айтуға итермелейді. Осы атауды иеленген қарлықтар Батыс Тянь-Шанға Оңтүстік Алтайдан келуі, және осында өздерімен бірге Алтайда иеленген Марқа көлінің атын ала келді. Белгілі ғалым С. Аманжолов Марқакөл атауын Н.А. Аристовқа

сүйеніп қарлықтардың «Марқа» (қытайша моу-ло) деп аталатын 7 ғасырда өмір сүрген, сондай-ақ Алтайдағы Марқакөл маңын мекендеген руымен туыстырады [1]. Ғылыми этимология бойынша Алтай тауында бірнеше өзендер құятын көлдердің «үлкені, марқасы» деген мағына береді. Дегенмен, зерттеу нысанына айналған Марқакөл лимнонимін 7...8 ғасырларда Алтай өңірін мекедеген қарлықтардың «марқа» тайпасы негізінде қалыптасқан көне түркілік атау деп топшылаймыз. Қатон-Қарағай ауданында 1760 м биіктікте тар аңғарлы, тік жарлы тау беткейлерінің арасында *Рахман көлі* орналасқан оның ауданы – 1,14 км<sup>2</sup> ұзындығы – 2,6 км, ені – 0,6 км, тереңдігі – 30 м. Көлдің Солтүстік-батыс жағалауында радонды суымен ерекшеленетін «*Рахманов бұлағы*» санатории орналасқан.

Қалба жотасы өзінің әсем табиғаты, ландшафтысымен ерекшеленеді. Гранитті тасты келетін таулардың қазаншұңқырында абсалюттік биіктігі теңіз деңгейінен 770...830 м биіктікте *Сібе көлдері*: Көктау массивінің оңтүстік баурайында *Қошқаркөл (Сасықкөл)*, *Алқа (Қоржынкөл)*, *Үлмейіс (Шалқар)*, *Дүйсен (Төртқаракөл)*, *Ыстықпа (Қаракөл)* орналасқан. Осы маңдағы таулар аралығында *Абылай (Қалмақ ханы)* аңғары бар. Көлдер аралығын өсімдіктерден айрылған гранитті қырқалар бөліп тұрады. Жалпы Сібе көлдерінің ауданы – 5,56 км<sup>2</sup>, тереңдігі 2,5...38 метрге жетеді [6].

**Сібе** – атауының шығу тегін Ф. Қоңқашбаев Себе (Сове) – құндыз (бұрмаланған моңғол тілінде), Сібе өзенімен, көлде тіршілік ететін жануар ағымен (зооним) байланыстырады.

Алғабас ауылының солтүстік-шығысында 2 км жерде археологтар мен өнертанушыларды қызықтыратын қалмақтың соңғы ханы Сібе-сула сарайының ескі орны және қорғандардың ізін байқауға болады.

Біздің пікірімізше *Сібе өзені, көлі* Сібе этнонимінен туындаған, ал аумақтағы *Аблакетка өзені (Абылайкит)*, *Абылай* аңғары атауларын қалмақ кезеңімен тығыз байланысты екенін айта кету орынды. Оны тарихи деректер құптайды. Ұсақ – шоқылы келетін Шар-Көкпекті, Шыңғыстау өңірінде ұсақ көлдер жиі кездеседі. Жарма ауданы территориясында 20-ға жуық үлкенді-кішілі көлдер бар. мұндағы көлдер тұнық, жаз айларында кейбіреулері тартылып құрғап қалады. Мысалы: *Қараөткел, Сабындыкөл, Ащыкөл, Тұщыкөл, Сасықкөл, Сұлусары, Итаяқ, Маздақ* т.б. көлдер жақын қоныстанған елді мекендердің құты құстарға, өсімдіктерге толы жайқалып өскен қамыс құрақтары көлдерге өзіндік сән береді. *Сабынды көл* аталуы тері ауруы бар малды көлдің суына

бір шомылдырса, құлан таза жазылып кетеді екен. *Балықты көл* – ең ірі көл, суы тұзды ұзындығы – 6,7 км, ені – 0,7 км, балыққа бай, жағасында демалыс орындары бар. Қалба тау (Георгиевка) селосынан оңтүстікке қарай Шар су қоймасы жанында *Арасан* көлі орналасқан, оның тұзды суы мен балшығы тері, буын ауруларына мың да бір ем. Делбегетей тауының теріске жағында Әлжан көлі орналасқан. Шыңғыстау-Абыралы манында *Шолақтерек көлі*, *Таймақ көл*, *Ырсай*, *Қарасор*, *Құм көл*, *Шошқалы көл*, *Кара көл* т.б. көл атаулары бар.

**Алакөл** *Балқаш-Алакөл* ойысындағы Балқаш көлінен кейінгі ең ірі көлдердің бірі. Балқаш пен Алакөл кездерде бір көл болып қосылып жатқан, кейіннен тектоникалық көтерілуге байланысты бір-бірінен бөлініп қалған. Қытай карталарында (құрастырған Цянь Луна) екі көлдің орнында бір көл берілген. Г. Клапроттың пікірінше *Алакөл-Гургеноор*, ал қалмақтардан алынған мәліметтерде Алакукуль деп берілген. Оларға көптеген ұсақ өзендер мен жылғалар құяды [7]. 1840 жылдары орыс саяхатшысы А. Шренктің жүргізген зерттеуі бойынша, Алакөлдің көлемі 1700 шаршы километр делінген. Ұзындығы – 104 километр, ені – 52 километр; орташа тереңдігі - 22 метр, ал ең терең жері оңтүстік шығыс жағында – 54 метр. Көлемі 2076 шаршы километрден 2650 шаршы километрге дейін өзгеріп тұрады.

Алакөлге *Үржар*, *Қатынасу*, *Емел* өзендері құяды. Алакөлден кейінгі ірі көл – Сасық көл. Суы тұщы, жағалау жазық, сазды, қамыстың ерекше иісіне байланысты қойылған атау деуге болады. Ұзындығы – 49,6 км; ені – 19,8 км; ең терең жері - 4,7 м, көлемі - 736 шаршы километр. Алакөл мен Сасық көлдің арасында Ұялы (Қошқар көл) орналасқан [9].

Республикаға маңызы бар Алакөл манында көптеген демалыс орындары ашылған. Зерттеу барысында Шығыс Қазақстан облысының көлдеріне тарихи-географиялық, геоэкологиялық тұрғысынан сипаттамалар берілді. Табиғат жағдайларын бейнелейтін лимнонимдер негізінен халықтық географиялық терминдер арқылы жасалғаны анықталды.

Су режимі мен қазаншұңқырлар морфологиясы, шығу тегіне қарай облысымыздың көлдері әркелкі болып келеді. Өткен геологиялық дәуірлерде үгілу әрекетінен қалыптасқан көлдер біршама кең тараған. Жер бедерінің үздіксіз өзгеріске ұшырауы, қазіргі кездегі көлдердің қалыптасуына әсерін тигізеді. Терең шұңқырларда орналасқан көлдерге құятын уақытша ағынды өзен сулары жетпей қалады да, жазықты кеңістікте

тұщы, ащы тұзды, тұзтұнба көлдер көптеп кездеседі. Көлдердің пайда болуы қазаншұңқырға келіп құйылған судың мөлшері (жер үлесі және жер асты жолымен), одан шығатын су шығыны (сіңу және булану) көп болған жағдайда жүзеге асады. Ыза суымен қоректенетін көпшілік ұсақ көлдер жаз айларында тартылып, батпаққа айналып кетеді. Жергілікті қазақтар көлдерді: жер бедері мен климаттық жағдайлар, пішіні мен көлемі, суының физикалық және химиялық қасиеттеріне байланысты ажырата білген. **Көл** термині барлық түркі тілі кеңістігінде кең таралған терминологиялық элемент. **Көл** термині Павлодар облысындағы 925 көлдің ішінде (120) атау **көл** термині арқылы көрініс тапса, Қазақ шығысында 1967 көл атауы анықталды.

Көшпелі мал шаруашылығымен шұғылданған қазақтар қоршаған орта ерекшеліктері, белгілі адам, ру-тайпа, халықтың тұрмыс-тіршілігіне байланысты көлдерге айдар тағып, атаулар беріп отырған. Көл атауларында халқымыздың көшпенді тарихы бейнеленіп, өлкеміздің өткеніне көз жүгіртуге мүмкіндік туғызып отыр.

Зерттеу нәтижесінде біз облыс аумағындағы көл атауларын 6 топқа жіктеп топтастырдық: 1) орографиялық, пішіні мен көлемі, тереңдігі; 2) климат жағдайын айқындайтын; 3) түр-түсі, дәмінің ащы-тұщылығын, санын білдіретін; 4) антропоним, генонимдер арқылы туындаған; 5) метафоралық тарихи оқиғаға, діни көзқарасқа байланысты; 6) өсімдік және жануарлар дүниесін бейнелейтін т.б.

**Сор** терминімен жазда тартылып қалатын саяз сулы көлдерді атауға болады. А. Левшин 1825...1826 жж. қазақ даласының батыс бөлігін аралаған Эверсманнның деректерінің негізінде сорларды төмендегіше сипаттайды: жазда онша кебе қоймайтын, қыста қатпайтын, жүруге қолайсыз батпақтар; жазда кеуіп, бетін аппақ тұз қабаты көмкеретін, өсімдіксіз құрғақ жерлер; ащы-тұщы көлдер ретінде сипаттайды. Э.М. Мурзаев сордың көптеген халықтардың географиялық терминалогиясында кең таралғанын атап көрсеткен. Орта Азия халықтарында “*шор, шур*” сортаң топырақ, дала, шөлейт, шөл белдемдеріне қарай мағынасының өзгеріске ұшырып, әртүрлі атауларға ие болатын жазады. Көне моңғол тілінде *хужир*, қалм. *хужр*, кейбір түркі тілдерінде, атап айтқанда тув. *хужир*, алтай және хақас тілінде *хучур* – сор, сортаң лексемасы, Орта Азияның түркі халықтары тілінде тек топонимикалық атаулар құрамында әртүрлі фонетикалық вариантта кездеседі.



Қыс айларында тынымсыз соғатын қатты боранда адасып, ашығып-шалдыққан жылқылардың сорға тіпті табынымен батып кеткен жағдайлары кездеседі. Жаз айларында сорлар құрғап, бетінде тұз қабыршақтар қалыптасады. *Ақсор, Айрансор*, сордың келбетін алыстан аңғартады. *Сарысор, Қарасор, Қызылсор, Көксор* түстен басқа, судың қасиеті, лайлы болуы, ұсақ ағзалардың жарық сәулесімен шағылысып, маңында өскен өсімдік жамылғысы арқылы ерекшеленеді. Пішінін айқындайтын *Доғабассор, Дөңгелексор, Шалқарсор, Қотансор, Кішкенесор, Ұзынсор*, айрық, қон., метафоралық терминімен *Аяқсор, Бассор, Құлақсор*. т.б атауға болады. Сордың ерекшелік сипатын бейнелейтін *Байсор, Майсор, Баянсор* монғолша *Баян/ байн/ бойон*, бай маңында өсімдік жамылғысы қаулап өскен, суының тартылып қалмай, және т.б қасиеттеріне байланысты туындаған деп топшылаймыз. Сор маңында кездесетін өсімдіктер мен жануарлар дүниесіде бейнеленіп, ақпараттық қасиетке ие болып отыр. *Жынғылдысор, Қызылағашсор, Тобылғысор, Ақтүйесор. Бөкенсор, Бүркітсор* т.б. атауға болады. *Бессор, Қоссор* санын, *Борлысор* тартылып қалған сор маңында жергілікті халықтың ақбалшық алып, шаруашылықта пайдаланғанын білдіреді. *Сасықсор* атауы жаз айларында суы борсып, жағасындағы қамыс, шөптері шіріп, жағымсыз иіс шығаратынынан хабар береді. Табиғат ерекшеліктерін анықтай отырып, жергілікті қазақтар мекендеген ру-тайпа, адам атымен атап жүзеге асырған. Генонимнен туындаған *Төре соры, Шүрек соры*, адам атымен *Алтыбай соры, Бижан соры. Қодар соры, Мәшін соры* т.б. кездесіп отыр. **Қақ** – термині көктем айларында ойпаң жерлерде жиналып қалған еріген қар суымен, жаңбырмен толығып отыратын жайпақ тайыз көлдер, Жаз айларында құрғап, тақырларға айналып кетеді [11]. *Қызылқақ* көлі-Ертіс ауданының солтүстік батысында орналасқан, облысымыздың ең үлкен көлі болып саналады. Облысымыздың тұзды көлдерің зеттеген ғалым Е.В. Посохов: “*Қызылқақ* көлі-Ертіс өзенінен 100 км батысқа қарай орналасқан, пішіні дөңгелек, ені біршама ұзын, ауданы 170 шаршы км, болсада 1,5 м тереңдікті көрсетеді. Көлдің жағалауы жарлы, биіктігі 5 м, қызыл-қоныр сазды және құмды жыныстардан қалыптасқан. Көлге жан-жақтан көптеген жырасайлар құяды да, жаз айларында арналары құрғап қалады. Төре аулының маңында ағып шығатын жыра сай жаз бойы көлге құйып жатады. Су ағып шығатын жерде борпылдақ қызыл лай батпақты темір қабықшасы пайда болған” – деп жазады [11]. Жергілікті қазақтар суы ащы-кермектілігі жоғары, батпағы қызғылтым болғандықтан көлге осындай

атау берген. *Аққақ, Қарақақ, Қонырқақ, Құлақақ* қоныс атауларында кездесіп, *Жаманқақ, Лайқақ* анықтауыш ретінде судың қасиетін білдіреді. **Тұз** – термині гидронимдер құрамында жиі кездеседі. Ғ. Қоңқашбаевтың анықтауынша бұл сөз “тұз өндірілетін, кеуіп бара жатқан көл” дегенді белдіреді. Қазақстан лимнонимдерінде көлдердің тұздылық дәрежесі мен деңгейі, тұз кәсіпшілігі туралы мағыналық жүктемеге ие болады.

**Ащы** – термині көлдің тұздылығы жөнінде хабар береді. Топонимдер құрамындағы мағыналық жүктемесі аталған себептерге байланысты әркелкі болады. (Ащылықөл мен Ащыкөлдің мағынасы екі түрлі) [11]. *Ащы*-көл маңында тұзбен ылғал сүйгіш өсімдіктерге бай, мал жайылымы болып табылатын жерлер. Қазақ халқы су көздерін жарамды, жарамсыздығын ескеріп, қай шөптің қай түлікке жұғымдылығын ежелден-ақ аңғарған. *Ащы* термині жайылымның ерекшелігін, суының тұздылық дәрежесін бейнелейтін гидронимдер құрамында жиі кездеседі. *Ащыжайлау, Ащыкөл* (12 көл) қон., *Ащысор, Ащытақыр* атаулары мал жайылымымен тығыз байланыста жатқандығын аңғартады.

**Тақыр** – өсімдік жамылғысынан айырылған, беті тегіс, сазды жыныстардан тұратын жерлер. Тақырлар малды шамадан тыс жаю нәтижесінде қалыптасады. Көктемде қар еріген кезде немесе жаңбыр жауғанда тақырға қақ тұрады, жазда суы тартылып, түбі қатады да жарылып кетеді. *Балатақыр* қон., *Ақтақыр, Тақыр* е.м., *Қабантақыр* қон. атауларын В.Н. Попова өсімдік дүниесінен айырылған жерлермен байланыстырады. **Татыр** деп тұзды кебірлі жерлерді атайды. **Ой - Шұқыр** термині лимнонимдерде көлдің ойыс жерде орналасқанын, кішігірім қазаншұңқыр мағынасында айтылады. *Шұқыр, Шұқыркөл, Байшұқыр* қоныс атаулары қалыптасқан. **Былқылдақ** – (қалқыма ұйық, оппа) еспе сулармен қоректенетін батпақты шалғынды ойысты жерлер. Өтіп жүре алмайтын, сулы жер мағынасында қолданылады [14]. **Былқылдақ** (2 көл) айрық атауы. **Қамыс** фитонимі семантикалық жағынан гидронимдік терминнің эквиваленті негізінде қарастыруға болады. **Қамыс** – көл, су маңында ғана өсетін өсімдік түрі. Гидронимдік термин қамыс 40-тан астам географиялық атауларда көрініс тапты. **Қона** деп қамыс-қоға өсетін батпақты жерлерді атайды. *Құрқона* айр., *Қона* қон., атаулары өзіндік жүктемеге ие болып отыр. **Томар**-жер асты суымен қоректенетін, шалғынды өсімдіктерге бай, төмпешікті-батпақты жерлер. *Ақтомар* көл,

*Қаратомар* қон., *Қостомар* е.м. атаулары бар. В.Н. Попова – **Жалтыр, Жалпақ** терминдерін көлемі біршама үлкен су айдынын, өсімдіксіз ерекшеленіп тұратын көлдерді атайды [10], **Балқаш** – көл, сор атауы. Е. Қойшыбаев Балқаш атауы балық (көне түрк. “су” мағынасында) сөзіне гидронимиялық – “аш” қосымшасының көмегімен субстантивтенген сын есім арқылы пайда болды. *Балқаш* – мәні көгал, шүйгін, балдыр т.б. соған ұқсас ұғым ретінде қарастырады.

**Батпақ**-(гелоним) термині Э.М. Мурзаевтың пікірінше (батпақ) өсімдіктер өсетін, шымтезек басқан, шектен тыс ылғалды су іркіліп жинақталған ми батпақты жерлер. Орыс тілінде “*болото*” сөзі Шығыс Еуропа елдері, Ресей, Беларусь, Украинада жиі қолданылатынын және әртүрлі мағынаға ие болатынын атап көрсеткен.

Н.И. Толстойдың Славян географиясының терминологиясында батпақты негіздейтін тер гелонимдік терминдер: *болото, багно, олес, волокно, мох, трань топило, дрегва, нетра, нетеча, мерва, грузия, движ, здмух, кожух, смуга, струга, погоня, морочна, руда, бель, выжар, погарь, бон, прорва, плесо, окно, озеро*, т.б. жан-жақты баяндалған [13]

Ғ. Қоңқашбаевтың топшылауынша жүріп өте алмайтын ми батпақты жер мағынасында айтылады. **Батпақкөл** (2 қон.) е.м., **Батпақ-Үшкөл** өз., **Үшінші Бабағай батпағы** атаулары батпақты жерде орналасқаны жөнінде хабар береді.

Шығыс Қазақстан облысында Батпақ термині 20-дан астам лимонимдерде көрініс тапты. *Ақбатпақ, Қарабатпақ, Батпақкөл, Батпаққона, Батпақсор* т.б.

**Ляга**-сөзі батпақтанған ылғалды ойысты жер, сулы шұңқыр, тоған, қазаншұңқыр т.б., Алтайда- батпақ, көл, Батыс Сібірде – жыра, сай, Шығыс Сібірде көктемде су тұрақтайтын қазаншұңқыр мағынасында айтылады. Қазақстанның Солтүстік өңірлерінің маңында астық тұқымдасты өсімдіктер өскен, қайыңды-көктеректі ылғалды батпақтанған ойысты жерлер [10]. В.Н. Попованың еңбектерінде *Долгая ляга, Кривая ляга, Подсопочная ляга, Широкая ляга, Солдатская ляга, Алешкина ляга* атаулары кездестірсек, *Ляга, Малая Ляга* батпақ атаулары Шемонойха ауданында да орын тепкен. Батпақты жерлер Алакөл маңында жиі кездеседі. Согра терминін В.В. Сапожников былай топшылайды: аласа қайыңдар өскен батпақты жазықтар (Сібірде) [12]. С.И. Ожегов сөздігінде кездеспеуіне қарағанда, сібірліктерге тән диалекті

болуы тиіс деп білеміз. **Согра** (3 рет).е.м., көп атаулары бар. Батпақтың мибатпақ, қорыс тартпа сөздерінің мағынасы орыс славян тілінде Топкое дегенді білдіреді. Батыс Алтай өңірінде *Топкий, Топкая* топонимдерін кездестірдік. Зертте барысында аумақтардың көл, батпақ атауларының белгілі дәрежеде бейнеленгені анықталды. Сонымен қатар лиминонимдік және гелонимдік терминдер жүйесі мен көл атаулары кесте жүзінде топтастырылды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Аманжолов С. Вопросы диалектологии и истории казахского языка. – Алматы: Санат, 1997. – 608 с.
2. Әлімхан А.Ә. Шығыс Қазақстанның Оңтүстік аймағы топонимдерінің тілдік және этномәдени негіздері: филол. ғыл. канд. ... автореф. – Алматы, 2001. – 25 б.
3. Байназарова Ғ.А. Қасиетті түркі елі. – Алматы, 1994. – 227 б.
4. Бияров Б.Н. Өр Алтай (Оңтүстік Алтай) оронимдері (тарихи лингвистикалық талдау): филол. ғыл. канд. ... автореф. – Алматы, 2000. – 27 б.
5. Данзан Лубсан. Алтан Тобчи (Золотое сказание). – М.: 1973.–217 с.
6. Егорина А.В., Зинченко Ю.К., Зинченко Е.С. Физическая география Восточного Казахстана. Часть 1. Восточный субрегион. Учебное пособие. – Усть-Каменогорск: ВГИ, 2000. – 124 с.
7. Жүнісов Д. Өзен-көл атаулары. – Алматы: Қазақстан, 1991. - 129 б.
8. Қазақстанның физикалық географиясы. Хрестоматия. Құрастырғандар Ә.С. Бейсенова, К.Д. Каймулдинова. – Алматы: Атамұра, 2004. – 136 б.
9. Омаров Т.Р. Қазақстанның өзендері мен көлдері. Алматы, «Қазақстан», 1977. – 72 б.
10. Попова В.Н. Гидронимы Павлодарской области: автореф. канд. филол. наук. – Томск, 1966. – 21 с.
11. Сапаров Қ.Т. Қазақстан топонимдерінің қалыптасуы мен дамуының географиялық негіздері (Шығыс, Солтүстік-шығыс өңірлері мысалында). географ. ғыл. докт. дәрежесін алу үшін дайындаған дисс. – Алматы, 2010. – 32 б.
12. Сапожников В.В. Исследования по Алтаю. – М.: 1949. - 140 с.
13. Толстой Н.И. Славянская географическая терминология: Семисиологические этюды. Изд. 2. – М.: Комкнига, 2006. – 360 с.
14. Физическая география Республики Казахстан: Учебное пособие. – Алматы: Қазақ университеті, 1998. – 266 с.
15. Халид Құрбанғали. Тауарих хамса. – Алматы, 1992. – 304 б.
16. Шығыс Қазақстан топонимиясы. – Өскемен: Рекламный дайджест, 2007. – 376 б.

Поступила 5.07.2012

Доктор геогр. наук К.Т. Сапаров

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ  
НАЗВАНИЙ ОЗЕР И БОЛОТ**

*В статье рассматриваются закономерности отражения особенностей водных объектов в географических названиях Восточно-Казахстанской области. А также рассмотрены взаимосвязи особо охраняемых территорий с топонимами и гидрографическими терминами.*

УДК 556.11

**ОЦЕНКА СТОКА Р. КАЛЬДЖИР  
НА ПОСТУ У С. ЧЕРНЯЕВКА ПО СТОКУ У С. АЛТАЙ**

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов\*

Канд. техн. наук В.И. Ли\*

*ОЦЕНКА СТОКА, СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЙ СТОК, ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОСТ, ГРАФИК СВЯЗИ, КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ*

*Приведены результаты исследований по определению стока р. Кальджир – с Черняевка по стоку р. Кальджир – с. Алтай, в связи с переносом гидрометрического створа из пункта с. Черняевка в пункт с. Алтай.*

Река Кальджир является правобережным притоком р. Иртыш. Она берет начало в оз. Маркаколь и впадает в р. Черный Иртыш до ее впадения в оз. Зайсан (озерная часть Бухтарминского водохранилища). На реке Кальджир существовал гидрометрический пост у с. Черняевка с 1938 г. (площадь водосбора до поста с. Черняевка составляет 3090 км<sup>2</sup>). В 2004 г. в связи с частым разрушением гидрометрического мостика во время весеннего половодья пост был перенесен в пункт, расположенный у с. Алтай в 60 км выше по течению реки (площадь водосбора до поста с. Алтай равна 2050 км<sup>2</sup>).

Для оценки репрезентативности данных по новому посту были проведены параллельные наблюдения на действовавшем и вновь открытом постах с октября 2004 г. по сентябрь 2005 г.

В результате анализа параллельных наблюдений установлено, что месячный сток с достаточной точностью у с. Черняевка по данным у с. Алтай можно определять в течение года по двум периодам.

Ниже приведены уравнения для расчета месячного стока этих периодов:

$$\text{Октябрь – март: } Q_{\text{ч}} = 1,40 \cdot Q_{\text{а}} + 3,50, \quad (1)$$

где  $Q_{\text{ч}}$  – среднемесячный сток р. Кальджир у с. Черняевка;  $Q_{\text{а}}$  – среднемесячный сток р. Кальджир у с. Алтай.

\* Казгидромет, г. Алматы

Коэффициент корреляции зависимости  $r = 0,96$ . На рис. 1 приведен график этой зависимости

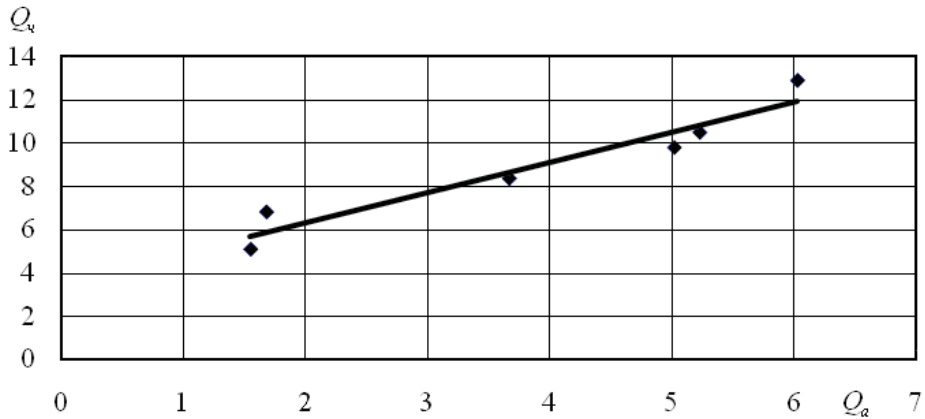


Рис. 1. График связи месячного стока р. Кальджир – с. Черняевка ( $Q_u$ ) р. Кальджир – с. Алтай ( $Q_a$ ) за холодный период (октябрь – март) 2004...2005 гг..

$$\text{Апрель – сентябрь: } Q_u = 0,83 \cdot Q_a + 6,09. \quad (2)$$

Коэффициент корреляции этой зависимости также  $r = 0,96$ .

На рис. 2 приведен график зависимости для теплого периода.

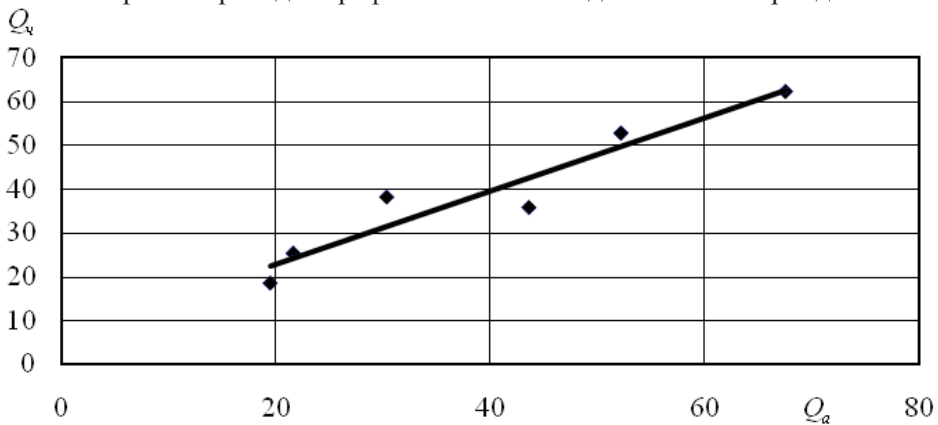


Рис. 2. График связи месячного стока р. Кальджир – с. Черняевка ( $Q_u$ ) р. Кальджир – с. Алтай ( $Q_a$ ) за теплый период (апрель – сентябрь) 2005 г.

Высокие коэффициенты корреляции позволяют говорить о достаточной надежных связях между значениями расходов воды на этих постах.

Данные по посту с. Черняевка используются для выпуска месячных прогнозов притока воды в Бухтарминское водохранилище и оценке ежегод-

ных водных ресурсов рек бассейна Верхнего Иртыша и Восточно-Казахстанской области.

Кроме того, данные по стоку поста с. Черняевка положены в основу оценки водопотребления в бассейне р. Черный Иртыш в пределах КНР, что имеет в настоящее время стратегическое значение.

Поступила 30.10.2012

Геогр. ғылымд. канд. В.В. Голубцов

Техн. ғылымд. канд. В.И. Ли

### **ҚАЛЖЫР ӨЗЕНІНІҢ АҒЫСЫ ЧЕРНЯЕВКА БЕКЕТІНДЕГІ АЛТАЙ ӨЗЕН АҒЫСЫ БОЙЫМЕН БАҒАЛАНУЫ**

*Черняевка пунктінен Алтай пунктіне гидрометеорологиялық қақпаның көшуіне байланысты, Қалжыр өз. – Черняевка ағыс бойынша Қалжыр өз. – Алтай ағыс бойынша анықталып, зерттеу нәтижелері келтірілді.*



УДК 551.515: 532.5.18 \*

Канд. техн. наук И.Г. Гуршев \*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПЕРЕНОСА ЧАСТИЦ ПЕСКА  
ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ****ПЕСЧАНАЯ БУРЯ, ЧАСТИЦЫ, КРИТЕРИИ САЛЬТАЦИИ И ДИФФУЗИИ***Во время песчаной бури значение динамической скорости потока**и<sub>\*</sub> определяет, какое из неравенств  $\frac{w_g}{b\chi u_*} > 1$  или  $\frac{w_g}{b\chi u_*} < 1$  выпол-**няется для частиц гидродинамической крупности  $w_g$ . При выполнении первого частицы участвуют в процессе сальтации в приповерхностном слое ветропесчаного потока, второго – перемещаются выше в приземном слое атмосферы во взвешенном состоянии.*

Как известно, во время песчаных бурь частицы песка перемещаются ветром либо путем сальтации в приповерхностном слое потока (перемещением прыжками по баллистическим траекториям), либо во взвешенном состоянии под действием турбулентной энергии потока в приземном слое атмосферы. Вертикальное распределение массовой концентрации  $c(z)$  песка в приземном слое ветропесчаного потока Баренблатт и Голицын [1, 2] и Прудтль [5] описывают функцией

$$c = c_1 \left( \frac{z}{z_1} \right)^{-\beta}, \quad \beta = \frac{w_g}{b\chi u_*}, \quad (1)$$

где  $c_1$  – концентрация песка на высоте  $z_1 = 1$  м,  $\chi = 0,4$  – постоянная Кармана,  $u_*$  – динамическая скорость потока,  $w_g$  – скорость свободного гравитационного падения частиц песка,  $b$  – безразмерная постоянная,  $z$  – вертикальная координата по оси  $OZ$ , начало которой находится на поверхности верхнего слоя песка.

Зависимость (1) может быть преобразована к следующему виду

\* КазНИИЭК, г. Алматы

$$c = c_0 \left( \frac{z}{z_0} \right)^{-\beta}, \quad (2)$$

где  $c_0$  – концентрация песка на уровне  $z = z_0$ ,  $z_0$  – параметр шероховатости поверхности. При этом предполагается, что  $z_0$  является постоянной величиной.

Для решения поставленной задачи воспользуемся величиной среднего значения концентрации песка  $\bar{c}$  в пределах высоты  $h$  приземного слоя атмосферы, то есть в интервале от  $z_0$  до  $h$  [3]. Таким образом, имеем

$$\bar{c} = \frac{1}{h - z_0} \int_{z_0}^h c(z) dz = \frac{c_0 z_0}{h - z_0} \int_{z_0}^h \left( \frac{z}{z_0} \right)^{-\beta} d \left( \frac{z}{z_0} \right). \quad (3)$$

Вводя безразмерную координату  $z_2 = \frac{z}{z_0}$ , преобразуем равенство (3) к следующему виду

$$\bar{c} = \frac{c_0}{h_1 - 1} \int_1^{h_1} z_2^{-\beta} dz_2, \quad (4)$$

где  $h_1 = \frac{h}{z_0}$  – безразмерная высота приземного слоя атмосферы.

Выполняя интегрирование в равенстве (4), находим следующее выражение

$$\bar{c} = \frac{c_0}{h_1 - 1} \left( \frac{h_1^{1-\beta}}{1-\beta} - \frac{1}{1-\beta} \right) = \frac{c_0}{h_1 - 1} \left( \frac{h_1^{1-\beta} - 1}{1-\beta} \right). \quad (5)$$

Существование зависимости (1), причём  $c > 0$ , означает, что должно выполняться также неравенство  $\bar{c} > 0$ . Входящие в выражение (5) множители  $c_0$  и  $h_1 - 1$  являются положительными величинами по физическому смыслу. Выполнение условия  $\bar{c} > 0$  позволяет сделать заключение, что дробь  $\frac{h_1^{1-\beta} - 1}{1-\beta}$  должна быть положительной величиной. Это приводит к получению следующих неравенств: а)  $1 - \beta > 0$  и б)  $h_1^{1-\beta} - 1 > 0$ .

Из неравенства а) находим:  $1 > \beta$ ,  $1 > \frac{w_g}{b\chi u_*}$ ,  $\frac{b\chi u_*}{w_g} > 1$ . Из неравенства б) получаем:  $h_1^{1-\beta} > 1$ ,  $h_1 > h_1^\beta$ . Последнее неравенство возможно, если  $\beta < 1$ , то есть  $\frac{w_g}{b\chi u_*} < 1$ ,  $1 < \frac{b\chi u_*}{w_g}$  или  $\frac{b\chi u_*}{w_g} > 1$ . Полученный результат согласуется с работой [4]. В найденные неравенства входит постоянная  $b$ , имеющая, по мнению Прандтля, значения  $b = 0,55 \dots 0,65$  [5]. По результатам работ Семенова  $b = 0,5$  [6, 7].

Однако условие  $\bar{c} > 0$  выполняться лишь в случае, если входящие в равенство (5) множители удовлетворяют таким неравенствам: в)  $1 - \beta < 0$ ; г)  $h_1^{1-\beta} - 1 < 0$ . При этом по-прежнему выполняются условия: множители

$c_0 > 0$  и  $h_1 - 1 > 0$ . Из неравенства в) находим  $1 < \beta$ ,  $1 < \frac{w_g}{b\chi u_*}$ ,  $\frac{b\chi u_*}{w_g} < 1$ . Из

неравенства г) получаем  $h_1^{1-\beta} < 1$ ,  $h_1 < h_1^\beta$ . Последнее неравенство возможно при  $\beta > 1$ , то есть  $\frac{w_g}{b\chi u_*} > 1$ ,  $1 > \frac{b\chi u_*}{w_g}$  или  $\frac{b\chi u_*}{w_g} < 1$ .

Так как имеется определенный диапазон изменения величин  $u_*$  и  $w_g$ , то, по-видимому, выполняются оба неравенства. Размер частиц определяется скоростью их свободного гравитационного падения  $w_g$ . Значение динамической скорости потока  $u_*$  определяет, какое из неравенств  $\frac{w_g}{b\chi u_*} > 1$  или  $\frac{w_g}{b\chi u_*} < 1$  выполняется для частиц гидродинамической крупности  $w_g$ . При выполнении первого частицы участвуют в процессе сальтации в приповерхностном слое ветропесчаного потока, второго – перемещаются выше в приземном слое атмосферы во взвешенном состоянии. Таким образом, найденные неравенства определяют возможные условия переноса частиц песка разного размера ветром или во взвешенном состоянии, или сальтацией.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баренблатт Г.И., Голицын Г.С. Локальная структура развитых пыльных бурь. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 44 с.
2. Баренблатт Г.И. О движении взвешенных частиц в турбулентном потоке // Прикладная математика и механика. – 1953. – Т. 17, Вып. 3. – С. 261 – 274.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. – М.: Наука, 1981. – 720 с.
4. Бютнер Э.К. Динамика приповерхностного слоя воздуха. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 158 с.
5. Прандтль Л. Гидроаэродинамика. / 2-е изд. Пер. с нем. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1955. – 575 с.
6. Семенов О.Е. Об ускорении потока во время сильных песчаных и пылевых бурь. // Гидрометеорология и экология. – 2000 – №3-4. – С. 23 – 48.
7. Семенов О.Е. Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь. – Алматы: ЧП «Волкова Н.А.», 2011. – 580 с.

Поступила 07.11.2012

Техн. ғылымд. канд. И.Г. Гуршев

## ҚҰМ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ АУАМЕН ТАСЫМАЛДАНУ КРИТЕРИЛЕРІН АНЫҚТАУ

*Құмды дауыл кезінде тасымалданудың динамикалық жылдамдығы  $u_*$  мәнін,  $\frac{w_g}{b\chi u_*} > 1$  немесе  $\frac{w_g}{b\chi u_*} < 1$  теңсіздіктерінің қайсы*

*бөлшектердің гидродинамикалық кесектігі  $w_g$  үшін орындағанына байланысты анықтайды. Егер біріншісі орындалған жағдайда бөлшектер желді құмды тасымалданудың үстінгі қабатындағы сальтация процесіне қатысады, ал екіншісінде атмосфераның жер үстіндегі жүрісінен жоғары қалқыма жағдайда тасымалданады.*

УДК 556.18:001.12

Доктор техн. наук А.А. Турсунов\*

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН***ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО, РАЗВИТИЕ, КАЗАХСТАН, ГИДРОЭНЕРГЕТИКА, ПЕРЕБРОСКА СТОКА*

*В статье рассматриваются основные направления перспективного развития водного хозяйства в РК с акцентом на развитие гидроэнергетики и переброски стока рек.*

Два направления развития: гидроэнергетика и гидротехника, являются важными составляющими водного хозяйства и мелиорации наряду с водоснабжением (промышленным, коммунальным и сельскохозяйственным), а также орошаемым земледелием. Это общее направление в экономике существует объективно и связано с хозяйственной деятельностью людей. Поэтому во всех суверенных странах существует отдельный правительственный орган: Министерство Мелиорации и Водного хозяйства, которое постоянно занимается развитием всех указанных выше сфер деятельности и тесно связанных между собой направлений экономики.

Однако у нас в стране, в Республике Казахстан, эта важная и объективно существующая отрасль разделена между несколькими правительственными органами: Министерством Энергетики и Биоресурсов, Министерством Экологии и Природных ресурсов, Комитетом по водным ресурсам при Министерстве Сельского хозяйства, РГП «Казгидромет» и Министерством по Чрезвычайным Ситуациям. Вместе с тем, для развития водного хозяйства необходимо грамотное управление и решение весьма трудных финансовых и юридических вопросов, что невозможно при условии, когда объективно существующая отрасль: «Мелиорация и Водное хозяйство» подчиняется четырем независимым правительственным органам. Таким образом, ближайшая перспектива развития мелиорации и водного хозяйства для Казахстана – это восстановление некогда мощного Министерства Мелиоводхоз, которое стало бы управлять всеми вышеперечисленными и тесно связанными между собой направлениями: Гидроэнер-

---

\* Институт географии, г. Алматы

гетикой, Гидротехникой, Водоснабжением и Орошаемым земледелием. В этом случае стало бы возможным Комплексное использование водных ресурсов (КИВР), что экономически выгодно и более безопасно.

После создания Минмелиоводхоза сразу обнаружится три реальности и ближайшие перспективы:

1. Переброска части стока р. Катунь в объеме около  $2,0 \text{ км}^3/\text{год}$ , и строительство Белокатуньской ГЭС в Восточном Казахстане; при этом сток р. Катунь будет сброшен в р. Белая с высоты 560 м, что позволит выработать огромное количество гидроэнергии для снабжения ныне голодающих (по энергии) объектов Рудного Алтая (Российской и Казахстанской частей). Вслед за Белокатуньской ГЭС откроется перспектива строительства Зыряновского каскада из 4 или 5 ГЭС на р. Бухтарма, ниже впадения в нее р. Белой, а потом можно будет продолжить строительство каскада верховых ГЭС на той же р. Бухтарме до впадения в нее р. Берель. Выше по р. Бухтарме строительство ГЭС придется прекратить, поскольку там, в бассейнах рек Бухтарма и Берель, а так же на плато Укок начинается заповедная зона (как природная, наподобие Катон-Карагай, так и историко-археологическая, наподобие кургана Пазырык).

Первый перспективный объект: переброска части стока р. Катунь (Россия) и строительство Белокатуньской ГЭС (Казахстан), у нового Министерства особых усилий не требует. За проектирование и строительство этого грандиозного объекта взялись российские специалисты, поскольку они уже испытывают уменьшение стока р. Иртыш и нехватку электроэнергии для объектов Рудного Алтая; казахстанской стороне придется только узаконить отвод земель под часть водохранилища, под деривационный высоконапорный туннель и здание ГЭС. Зато в будущем огромное количество выработанной гидроэнергии будет делиться по-братски. Каскад Зыряновских и Верховых ГЭС на р. Бухтарме придется строить новому министерству самостоятельно, поскольку российские специалисты будут заняты на строительстве гидротехнических объектов на реках: Катунь, Аргут, Бий и других сибирских реках.

Переброска части стока р. Катунь покроет дефицит речного стока в верховьях р. Иртыш, поскольку китайская сторона уже забирает не менее  $2,0 \text{ км}^3$  в год из р. Черный Иртыш. Эта переброска позволит также восстановить выработку гидроэнергии на существующем каскаде Иртышских ГЭС: Бухтарминской, Устькаменогорской, Семипалатинской и Шульбинской ГЭС (первая очередь). Переброска также улучшит гидроэнергетическую ситуацию

в среднем и нижнем течениях р. Иртыш, в чем весьма заинтересована, как уже отмечалась, Российская сторона.

В скором будущем водозабор из бассейнов верховых притоков р. Иртыш увеличится до  $4,0 \text{ км}^3$  в год. Такую пропускную способность имеет канал Иртыш – Карамай, который уже построен на китайской стороне. Для компенсации такой потери придется увеличить объем переброски в р. Бухтарму на те же  $4,0 \text{ км}^3$  в год. А для этого придется уже привлечь соседнюю р. Аргут; на обеих сибирских реках придется построить достаточно высокие плотины с водосбросами и зданиями ГЭС. Каскад Зырянских ГЭС тоже должен предусмотреть возможность установки новых гидроагрегатов.

2. Второй перспективный объект нового Минмелиоводхоза – это строительство гигантского Трансказахстанского канала, который начнется из верхнего бьефа Шульбинской ГЭС (вторая очередь. Отметка НПУ = 250 мм) и самотеком пойдет по восточному склону Сарыарки до Тургайского прогиба, до отметки 115 мм. Здесь он сольется со знаменитой трассой сибирской переброски и также самотеком проследует до правого берега р. Сырдарьи (п. Жусалы), куда сбросит остатки своего стока, которые пойдут на подпитку Малого Арала, т.е. на северную часть Аральского моря, ныне отделенную от Большого Арала Кокаральской перемычкой, вернее достаточно длинной земляной бетонной водосливной плотиной.

Гигантский Трансказахстанский канал сразу же (в первую очередь) должен быть рассчитан на достаточно большую пропускную способность, не менее  $5,0 \text{ км}^3$  в год. Он также будет иметь достаточно большое энергетическое значение. Со стороны правого берега (подгорная сторона) из канала возьмут начало многочисленные деривационные каналы и напорные водоводы, которые будут подводить воду к местным ГЭС. Из этих же водоводов будет осуществляться забор воды для Водоснабжения (промышленного, коммунального и сельского хозяйства). Со стороны левого берега (нагорная сторона) расположатся водоприемники многочисленных насосных станций (НС), которые при помощи напорных водоводов будут подавать воду местным водопотребителям (тем же промышленным, коммунальным и сельскохозяйственным объектам).

Также не следует забывать, что Трансказахстанский канал, имея достаточно большую длину и проходя мимо крупных городов и поселков Казахстана, должен быть судоходным, т.к. водный транспорт является самым дешевым видом транспорта. Поэтому по длине канала должны быть построены много-

численные пристани, мосты и транспортные развязки. Наличие массового грузооборота по новому водному пути имеется: это металл и металлические изделия из Рудного Алтая, т.е. из бассейна р. Иртыш и зерновые (пшеница, кукуруза, рис и др.), овощи и свежие фрукты из Южного Казахстана, т.е. из бассейна Аральского моря и р. Сырдарьи.

Размеры Трансказахстанского канала даже для первой очереди получаются достаточно внушительными: ширина поверху не менее 50 м, а глубина не менее 10,0 м. По такому водному пути могут ходить средние суда типа: «река-море». Это значит, что при соответствующем углублении среднего течения р. Иртыш Казахстан становится морской державой, следовательно, открывается дешевый водный путь к берегам северных морей. Это позволит витаминной продукции из Южного Казахстана и Среднеазиатских республик получить самый дешевый выход на Алтай, Сибирь и к берегам Северного ледовитого океана, позволив резко увеличить объем этой продукции, а также создать дополнительные рабочие места в благодатном Юге СНГ.

3. Третий перспективный путь развития Водного хозяйства – это проектирование и строительство малых и больших ГЭС на горных реках Казахстана. Еще с советских времен известно, что на юго-востоке страны, в горных реках сосредоточено более 40 % гидроэнергетического потенциала страны. К сожалению, после возведения комплекса сооружений Капчагайской ГЭС из-за допущенных ошибок технического и экологического характера более 40 лет гидроэнергетика в Казахстане не развивалась. Хотя были примеры успешной эксплуатации каскада Алматинских ГЭС на р. Большой Алматинке и других малых ГЭС. Это негласное табу было прервано в начале 21 века проектированием и строительством Мойнакской ГЭС на р. Чарын. Оно включает строительство такого «бородатого» объекта как Кербулакский контррегулятор, который позволит снять ограничения для работы Капчагайской ГЭС и улучшит гидроэкологическую ситуацию в дельте р. Или. Намечается так же строительство ряда малых ГЭС на горных реках Юго-Востока нашей страны. Фирма «КазГидроЭнергоПроект» уже разработала технические проекты Кербулакского контррегулятора и ряда малых ГЭС. Остаются нерешенными только вопросы финансирования и очередности начала работ.

Тем не менее, ряд малых ГЭС в Алматинской и Джамбульской областях уже строятся силами частных предпринимателей. В будущем число по-



добных частных фирм будет только увеличиваться, что снимет нагрузку на госбюджет и улучшит инвестиционную обстановку в Казахстане.

Все три перспективных направления, о которых говорилось выше, не связаны временными и пространственными рамками. Работы по первому направлению уже начаты Российской стороной; работы по третьему направлению тоже уже ведутся частными фирмами.

Наибольших усилий потребует реализация второго направления развития – проектирование и строительство гигантского Трансказахстанского канала. При протяженности более 2-х тыс. км и при указанных выше размерах этот самотечный канал уже на первой очереди обеспечит транспорт не менее 5 км<sup>3</sup> в год иртышской воды, а в перспективе из этой реки Казахстан имеет право забирать не менее 10 км<sup>3</sup> в год. Как уже отмечалось, канал пройдет по подножью Сарыарки, мимо городов: Екибастуз, Кокшетау и других крупных населенных пунктов Целинного края, пересечет русла степных рек: Шидерты, Оленты, Селеты и других пересыхающих рек казахстанского целинного края, позволит обводнить земли многих зерносеющих районов и промышленных горнодобывающих предприятий. Все эти объекты уже в настоящее время испытывают нужду в воде надлежащего качества. Выше уже отмечалось, что Трансказахстанский канал улучшит не только водоснабжение Сарыарки, но будет иметь большое гидроэнергетическое и судоходное значение.

Идея проектирования и строительства Трансказахстанского канала не нова. Она впервые была поднята еще в конце 50-х годов прошлого века знаменитым инженером-гидротехником СССР, патриотом Казахстана, лауреатом сталинской премии, начальником строительства Бухтарминской ГЭС на р. Иртыш, *М.В. Инюшиным*. Потом Трансказахстанский канал рассматривался в трудах казахстанских ученых из КазНИИЭнергетики под руководством академика *Ш.Ч. Чокина*, а в 1976 г. вошел в состав «Проект века» как один из вариантов сибирской переброски (*Н.А. Герарди*). Этот вариант теперь выдвигается как наиболее реальный.

После строительства Трансказахстанского канала, который пересечет трассу машинного канала Иртыш – Караганда, где-то посередине, можно будет решать вопросы водоснабжения Центрального Казахстана более спокойно: подавать иртышскую воду на меньшую высоту и в большем объеме, а сам машинный канал Иртыш – Караганда переориентировать на другие нужды: например, на улучшение гидроэкологии долины р. Шидерты и многочисленных озер ле-

вобережья долины р. Иртыш. Таков еще один аспект использования Трансказахстанского канала, и таковы перспективы развития отрасли: «Мелиорация и Водное хозяйство» Казахстана.

Поступила 30.10.2012

Техн. ғылымд. докторы А.А. Турсунов

## **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ДАМУ БОЛАШАҒЫ**

*Мақалада ҚР су шаруашылығы даму болашағының негізгі бағыттары гидроэнергетика және өзен ағынын бұрумен байланыстырып қарастырылған.*

УДК 556.18:001.83:377.4

Канд. техн. наук М. Терещук\*

**ВОЗМОЖНОСТИ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ВОДНОГО  
СЕКТОРА: ГРАНТЫ, СТИПЕНДИИ, ФИНАНСИРОВАНИЕ***МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТИПЕНДИИ, ОБРАЗОВАНИЕ, СТАЖИРОВКИ,  
КАРЬЕРА, ВОДНЫЙ СЕКТОР*

*Статья посвящена новым возможностям в образовании и карьере для молодых специалистов водного сектора. В статье приведены практические советы при подаче заявок и документов, а также приведен перечень различных программ обучения и стажировки во многих странах мира.*

Используя принципы биологии, химии и инженерии, молодые специалисты водного сектора разрабатывают решения водных и экологических проблем. Они занимаются вопросами борьбы с загрязнением воды, ее очистки и повторного использования, системами водоотведения и водоснабжения, а также вопросами здравоохранения. Молодые специалисты водного сектора разрабатывают системы коммунального водоснабжения, а также очистки промышленных сточных вод, они проводят исследования по предлагаемым проектам, анализируют научные данные и выполняют контроль качества. Молодые специалисты водного сектора занимаются как локальными, так и глобальными водными и в целом экологическими проблемами. Они изучают и пытаются минимизировать последствия глобального потепления и муниципальных и промышленных выбросов. Они также участвуют в охране дикой природы.

Деятельность, которой могут заниматься молодые специалисты водного сектора, очень разнообразна, например, научные исследования или проектирование, планирование, профессура или профессиональная деятельность общества. Работодателями молодых специалистов водного сектора могут быть частные консалтинговые инженеринговые компании, университеты, частные исследовательские компании, лаборатории, жилищно-коммунальные хозяйства, государственные учреждения и т.д.

\* Интернациональная Водная Ассоциация, Брюссель, Бельгия

Работать молодые специалисты могут по всему миру. Так как большинство экологических и водных проблем находятся в густо заселенных регионах и метрополиях, наибольшее число рабочих мест как раз там же и находится. Хотя молодые специалисты могут быть также необходимы и для работы в отдаленных регионах.



*Молодые специалисты водного сектора, семинар о преимуществах международного обмена студентами и практикантами.*

Подготовка молодых специалистов водного сектора может занять несколько этапов; первая ступень – это степень бакалавра в инженерных науках, таких как гражданское строительство, экология, химия или механика. Степень магистра – это следующая ступень, которая дает значительные преимущества при продвижении по карьерной лестнице. Хотя степень кандидата наук и доктора наук не всегда обязательна, ее наличие может дать дополнительные преимущества, если не сначала, то на более позднем этапе карьеры.

Проблемы воды тесно переплетены между странами и народностями, как всем известно, реки не знают границ, поэтому международное сотрудничество и обмен опытом очень важный фактор при решении многих проблем водного сектора. Роль, которую молодые специалисты водного сектора играют в международном сотрудничестве, огромна. И если в прошлом международный обмен не обходился без больших трудностей, главным образом по причине нехватки финансирования, то в настоящее время есть много возможностей, включая стажировки, стипендии и гранты, которые поощряют и поддерживают международный обмен молодых специалистов водного сектора на разных этапах их карьеры. Программы и объемы финансирования в водном секторе могут отличаться от одной страны к другой, но в целом их достаточное количество (табл.), молодые специалисты водного сектора могут принимать участие в данных программах самостоятельно, либо при поддержке старших коллег, индивидуально или как часть группы.

## Возможности для студентов

Многие университеты поощряют желание студентов получить международный опыт, как во время учебного семестра в университете другой страны, так и практики/стажировки в международных компаниях и организациях. Опыт, приобретенный в другой стране, пригодится вам и во время учебы, и в последующей карьере. Многие организации, например, Международная Ассоциация по Обмену Студентами для Технического Опыта ([www.iaeste.org](http://www.iaeste.org)) помогают студентам высших учебных заведений найти место для прохождения практики/стажировки и приобрести технический опыт, имеющий отношение к учебе, и в тоже время предлагают работодателям высококвалифицированных и мотивированных практикантов. Есть и другие программы, такие как Программа Европейского Союза Socrates-Erasmus ([www.britishcouncil.org/Erasmus-o-erasmus.htm](http://www.britishcouncil.org/Erasmus-o-erasmus.htm)) и Lifelong Learning ([http://eacea.ec.europa.eu/lfp/about\\_llp/about\\_llp\\_en.php](http://eacea.ec.europa.eu/lfp/about_llp/about_llp_en.php)), которые способствуют международному обмену студентов.



*Интегрированное Управление Водными Ресурсами (IWRM): программа обмена молодыми специалистами водного сектора.*

Большинство программ, имеют некоторые требования, например, разрешение на учебу или работу в конкретной стране, а также наличие научных статей или академических званий. Практика/стажировка обычно составляет от четырех до десяти недель, часто во время летних месяцев. Такие практики/стажировки позволяют молодым специалистам понять принцип работы компаний и организаций, в которых они задействованы, и, выполняя полученные задания, у студентов есть возможность себя зарекомендовать и повысить шансы на получение работы, предлагаемой выпускникам. Как правило, многие университеты, исследовательские центры и компании с удовольствием принимают студентов во время их стажировки для выполнения незначительных работ, при этом обе стороны остаются в выигрыше.

### **Возможности в начале профессиональной карьеры**

В начале карьерного пути у молодых специалистов водного сектора обычно имеется большое количество возможностей для международной мобильности. Молодым специалистам рекомендуется провести веб-поиск и узнать, какие существуют департаменты или исследовательские группы (<http://univ.cc/world.php>). Далее нужно связаться с ними и выяснить, какие позиции являются доступными. Офисы развития международных отношений, имеющиеся во многих международных университетах и организациях, как правило, могут очень пригодиться для этой цели. Есть несколько рейтингов университетов по всему миру, которые могут помочь выявить лучшие возможности ([www.webometrics.info](http://www.webometrics.info); [www.thegooduniversityguide.org.uk](http://www.thegooduniversityguide.org.uk)).

Другой вариант заключается в поиске доступных стипендий, как правило, рекламируемых на веб-страницах (например, [www.jobs.ac.uk](http://www.jobs.ac.uk); [www.findaphd.com](http://www.findaphd.com)). В промышленности, молодым специалистам следует изучить виды рабочих мест и компаний, и подыскивать программы для выпускников, которые многие компании предлагают ([www.prospects.ac.uk](http://www.prospects.ac.uk)). Не только компании водного сектора являются основными работодателями, но и другие организации, включая регулирующие органы ([www.environment-agency.gov.uk](http://www.environment-agency.gov.uk); [www.epa.gov](http://www.epa.gov)), экологические организации. Создания сети полезных и деловых связей на этом этапе играет очень важную роль, поэтому молодым специалистам в начале их карьеры особенно важно принимать участие в международных и локальных конференциях и семинарах ([www.iwahq.org](http://www.iwahq.org)).



*Обмен опытом между молодыми специалистами на Международной конференции ИВА «Опыт и Молодость в решении водных проблем».*

*Алматы, Казахстан, 2011 г.*

### **Возможности на следующих этапах карьеры**

Молодые специалисты, имеющие значительный объем знаний и опыта, занимают руководящие должности и оказывают влияние на развитие новых технологий и продвижение знаний. На данном этапе у молодых специалистов есть

возможность повысить научное звание, стипендии для докторских работ, как правило, рекламируется в Интернете (например: [www.aeesp.org](http://www.aeesp.org); <http://cordis.europa.eu/mc-opportunities>). Научные советы также финансируют научные исследования через престижные программы, которые обеспечивают достаточно стабильный и долгий срок пребывания в должности (например: [www.rcuk.ac.uk/pages/home.aspx](http://www.rcuk.ac.uk/pages/home.aspx); [www.micinn.es/portal/site/MICINN](http://www.micinn.es/portal/site/MICINN)). Так же у молодых специалистов есть возможность получить опыт работы в другой стране, при этом, так же как и на начальном уровне, уже опытным молодым специалистам следует изучить виды рабочих мест, предлагаемые различными компаниями. Поиск работы, как правило, это длительный процесс, который нужно начинать путем выявления вакансий. Большинство компаний рекламируют свободные рабочие места на своих веб-страницах, и, следовательно, нужно сначала определить компании водного сектора, специализирующиеся в конкретной области. Многие компании также имеют тенденцию рекламировать вакансии онлайн на конкретных сайтах, таких как My Water Career ([www.my-water-career.com](http://www.my-water-career.com)), Environmental Expert (<http://water.environmental-expert.com>) и New Scientist ([www.newscientistjobs.com/jobs](http://www.newscientistjobs.com/jobs)).

#### **Полезные советы при подаче заявок на прохождение практики/стажировки и получения финансирования**

- Определите в вашей стране проблемы, которые нуждаются в решении профессионалами водного сектора;
- Проанализируйте сильные и слабые стороны водного хозяйства Вашего региона;
- Определите нишу, в которой ваш вклад будет полезен;
- Займитесь поиском международно-признанных университетов, организаций, компаний в области, которая вас интересует;
- Как только вы решите, какой университет, организация, компания вас заинтересовали, подготовьте и направьте письмо-заявку с выбранным консультантом-профессором или руководящим сотрудником (вместе с вашим резюме, указав подробные описание Ваших интересов и достижений);
- После получения письма о принятии вы можете подать заявку на получение стипендии. Есть много доступных стипендий каждый год в разных странах. Как правило, он-лайн информацию можно найти на веб-странице консульства интересующей вас страны. Будьте готовы, что весь процесс займет не менее одного года;

- Для заявки на стипендию требуется определенный пакет документов. В настоящее время есть много возможностей получить стипендию, зарегистрировавшись в режиме онлайн, хотя, в конце концов, вас попросят выслать легализованные копии документов в бумажном виде;
- Имейте в виду, что изучение языка выбранной страны, безусловно, поможет вам интегрироваться в культуру страны. А знание языка, на котором Вы хотите проходить практику/стажировку, должно быть на академическом уровне.

#### **Советы для поступающих в аспирантуру:**

- Подайте свою заявку задолго до предполагаемой даты начала курса. Некоторые финансирующие органы требуют, чтобы поступающие подавали свои документы за год вперед;
- Убедитесь, что у вас есть все соответствующие документы;
- Следуйте всем процедурам и основным принципам заявок очень тщательно;
- Убедитесь, что ваши копии документов, дипломы, сертификаты и т.д., переведены на соответствующий язык;
- Значение ваших степеней / отметок должны быть разъяснены. Помните, что различные институты и образовательные системы имеют различные способы ранжирования студентов;
- Убедитесь, что акцент в ваших приложениях, стоит на степенях, полученных с «отличием», «заслужкой» или любое другое описание, которое подчеркивает Ваши знания и достоинства;
- Ваше резюме не должно быть слишком длинным или слишком коротким. Оно должно быть не более двух страниц для студентов, и три страницы для кандидатов со степенью магистра или ее эквивалента;
- Убедитесь, что вы четко указали Вашу квалификацию и опыт. Избегайте использования аббревиатур и сокращений; сокращенное название даже самого престижного учреждения вашей страны, может не иметь никакого значения для кого-то из другой страны, кто читает ваше резюме;
- Не пожалейте времени на сбор информации о научном заведении, где вы хотите учиться. В Вашем сопроводительном письме попытайтесь передать, каким институтом или научным центром вы заинтересовались. Кроме того, особенно для аспирантов, необходимо показать, как



Ваши навыки могут повлиять на общую деятельность научно-исследовательского центра, какой ценный вклад Вы можете внести. Другими словами, четко укажите, что особенного в Вас и что привлекает Вас к конкретному месту для учебы;

- Избегайте массовой отправки заявок. Такая практика не очень эффективна и может рассматриваться как «спам». Такие заявки, как правило, первыми будут исключены из процесса выбора.

Таблица

Организации и фонды для получения грантов, стипендий, финансирования исследований в водном секторе

Финансирующая организация	Страница в интернете
<b>Аргентина</b>	
Министерство науки, технологий и инноваций	<a href="http://www.mincyt.gov.ar">www.mincyt.gov.ar</a>
<b>Австралия</b>	
Австралийская Академия Наук	<a href="http://www.science.org.au">www.science.org.au</a>
Австралийский исследовательский совет	<a href="http://www.arc.gov.au">www.arc.gov.au</a>
Австралийские стипендии	<a href="http://australia.gov.au">http://australia.gov.au</a>
Австралийская Водная Ассоциация	<a href="http://www.awa.asn.au">www.awa.asn.au</a>
Департамент образования, науки и профессиональной подготовки	<a href="http://www.science.gov.au">www.science.gov.au</a>
Мое будущее (поиск стипендий)	<a href="http://www.myfuture.edu.au">www.myfuture.edu.au</a>
Национальная Библиотека Австралии	<a href="http://www.nla.gov.au">www.nla.gov.au</a>
Исследования качества воды Австралии	<a href="http://www.wqra.com.au">www.wqra.com.au</a>
Правительство Австралии	<a href="http://www.gov.au">www.gov.au</a>
<b>Австрия</b>	
Австрийское федеральное министерство науки и исследований	<a href="http://bmf.gv.at">http://bmf.gv.at</a>
Центр инноваций и технологий	<a href="http://www.zit.co.at">www.zit.co.at</a>
Фонд финансирования научных исследований (ПВ)	<a href="http://www.fwf.ac.at">www.fwf.ac.at</a>
Федеральное министерство транспорта, инноваций и технологий	<a href="http://www.foerderkompass.at">www.foerderkompass.at</a>
Женщины в исследовании технологий	<a href="http://www.femtech.at">www.femtech.at</a>
Фонда Австрийского Национального Банка	<a href="http://www.oenb.at">www.oenb.at</a>
Австрийская Наука Жизни	<a href="http://www.lisavr.at">www.lisavr.at</a>
Австрийское агентство по продвижению научных исследований	<a href="http://www.ffg.at">www.ffg.at</a>
Мобильность научных сотрудников портала Австрии	<a href="http://www.researchinaustria.info">www.researchinaustria.info</a>
Венский Фонд науки, исследований и технологий	<a href="http://www.wwtf.at">www.wwtf.at</a>
<b>Англия</b>	
Исследовательский Совет Биотехнологий и биологических наук	<a href="http://www.bbsrc.ac.uk">www.bbsrc.ac.uk</a>

Финансирующая организация	Страница в интернете
Британские стипендии Чивнинг	<a href="http://www.chevening.com">www.chevening.com</a>
Инженерный и физический научный исследовательский Совет	<a href="http://www.epsrc.ac.uk">www.epsrc.ac.uk</a>
Исследовательский совет окружающей среды	<a href="http://www.nerc.ac.uk">www.nerc.ac.uk</a>
Комиссия по благотворительности	<a href="http://www.charity-commission.gov.uk">www.charity-commission.gov.uk</a>
<b>Бельгия</b>	
Фонд Научных Исследований	<a href="http://www.frs-fnrs.be">www.frs-fnrs.be</a>
<b>Боливия</b>	
Отдел науки и технологий Министерства планирования развития	<a href="http://www.planificacion.gob.bo">www.planificacion.gob.bo</a>
<b>Бразилия</b>	
Национальный Совет Научно-технического развития	<a href="http://www.cnpq.br">www.cnpq.br</a>
Координация повышения квалификации кадров высших учебных заведений	<a href="http://www.capes.gov.br">www.capes.gov.br</a>
Сан-Паулу Фонд поддержки исследований	<a href="http://www.fapesp.br">www.fapesp.br</a>
<b>Венгрия</b>	
Венгерский фонд научных исследований	<a href="http://www.otka.hu">www.otka.hu</a>
<b>Венесуэла</b>	
Министерство народной власти	<a href="http://www.mct.gob.ve">www.mct.gob.ve</a>
<b>Гватемала</b>	
Национальный Совет технологических наук	<a href="http://www.concyt.gob.gt">www.concyt.gob.gt</a>
<b>Германия</b>	
Фонд Александра Гумбольдта	<a href="http://www.humboldtoundation.de">www.humboldtoundation.de</a>
Федеральный союз немецких фондов	<a href="http://www.stiftungen.org">www.stiftungen.org</a>
Немецкое научно-исследовательское общество	<a href="http://www.dfg.de">www.dfg.de</a>
Германская служба академических обменов	<a href="http://www.daad.de">www.daad.de</a>
Сервисный центр электронной информации финансирования исследований	<a href="http://www.elfi.info">www.elfi.info</a>
Федеральное министерство образования и научных исследований	<a href="http://www.bmbf.de">www.bmbf.de</a>
Информация о финансировании Федерального правительства Германии	<a href="http://www.foerderinfo.bund.de">www.foerderinfo.bund.de</a>
Общество Макса Планка по развитию науки	<a href="http://www.mpg.de">www.mpg.de</a>
Фонд Роберта Боша	<a href="http://www.bosch-stiftung.de">www.bosch-stiftung.de</a>
Фонд Фольксвагена	<a href="http://www.volkswagenstiftung.de">www.volkswagenstiftung.de</a>
<b>Греция</b>	
Национальный Греческий Фонд исследований	<a href="http://www.eie.gr">www.eie.gr</a>
<b>ЕС</b>	
Европейская комиссия	<a href="http://ec.europa.eu">ec.europa.eu</a>
Советов научно-исследовательских ведущих организаций Европейского Союза	<a href="http://www.eurohorcs.org">www.eurohorcs.org</a>

Финансирующая организация	Страница в интернете
Европейский научный фонд	<a href="http://www.esf.org">www.esf.org</a>
Программа научных сотрудников	<a href="http://www.hfsp.org">www.hfsp.org</a>
Европейский исследовательский совет	<a href="http://erc.europa.eu">erc.europa.eu</a>
<b>Ирландия</b>	
NRSFB	<a href="http://www.enterprise-ireland.com">www.enterprise-ireland.com</a>
Научный фонд Ирландии	<a href="http://www.sfi.ie">www.sfi.ie</a>
<b>Испания</b>	
Испанское Агенство по международному сотрудничеству	<a href="http://internacional.universia.net">http://internacional.universia.net</a>
Высший совет по научным исследованиям	<a href="http://www.csic.es">www.csic.es</a>
Фонд Каролина	<a href="http://www.fundacioncarolina.es">www.fundacioncarolina.es</a>
Министерство образования и науки (МЕС)	<a href="http://www.micinn.es">www.micinn.es</a>
<b>Италия</b>	
Национальный исследовательский совет	<a href="http://www.cnr.it/sitocnr">www.cnr.it/sitocnr</a>
<b>Канада</b>	
Изобретательность Фонда Альберта	<a href="http://www.albertatechfutures.ca">www.albertatechfutures.ca</a>
Атлантический Инновационный Фонд	<a href="http://www.acoa-apeca.gc.ca">www.acoa-apeca.gc.ca</a>
Канадский Фонд Инноваций	<a href="http://www.innovation.ca">www.innovation.ca</a>
Канадский институт исследований в области здравоохранения	<a href="http://www.cihr.ca">www.cihr.ca</a>
Канадская Сеть Воды	<a href="http://www.cwn-rce.ca">www.cwn-rce.ca</a>
Международные стипендии	<a href="http://www.scholarships.gc.ca">www.scholarships.gc.ca</a>
Совета Национальных наук и инженерных исследований	<a href="http://www.nserc-crsng.gc.ca">www.nserc-crsng.gc.ca</a>
Сеть Центров Повышения Квалификации	<a href="http://www.nce.gc.ca">www.nce.gc.ca</a>
Совет Социальных и Гуманитарных Исследований	<a href="http://www.sshrc.ca">www.sshrc.ca</a>
Канадское Агентство Доходов	<a href="http://www.cra-arc.gc.ca">www.cra-arc.gc.ca</a>
<b>Мексика</b>	
Национальный совет по науке и технике	<a href="http://www.conacyt.mx">www.conacyt.mx</a>
<b>Нидерланды</b>	
Нидерландская организация по научным исследованиям	<a href="http://www.nwo.nl">www.nwo.nl</a>
<b>Никарагуа</b>	
Никарагуанский Совет по науке и технологиям	<a href="http://www.conicyt.gob.ni">www.conicyt.gob.ni</a>
<b>Новая Зеландия</b>	
Образование в Новой Зеландии	<a href="http://www.newzealandeducated.com">www.newzealandeducated.com</a>
<b>Норвегия</b>	
Исследовательский Совет Норвегии	<a href="http://www.forskningradet.no">www.forskningradet.no</a>
<b>Оман</b>	
Центр экологических наук и исследований	<a href="http://www.squ.edu.om">www.squ.edu.om</a>
Университет Султан Кабус	<a href="http://www.squ.edu.om">www.squ.edu.om</a>
Центр исследовательский опреснения воды	<a href="http://www.medrc.org">www.medrc.org</a>
Научно-исследовательский Совет	<a href="http://www.trc.gov.om">www.trc.gov.om</a>
Водный Научно-исследовательский Центр	<a href="http://www.squ.edu.om">www.squ.edu.om</a>

Финансирующая организация	Страница в интернете
<b>Панама</b> Национальный секретариат по науке, технологиям и инновациям	<a href="http://www.senacyt.gob.pa">www.senacyt.gob.pa</a>
<b>Парагвай</b> Национальный институт стандартов и технологий	<a href="http://www.intn.gov.py">www.intn.gov.py</a>
<b>Португалия</b> Фонд науки и технологий	<a href="http://alfa.fct.mctes.pt">http://alfa.fct.mctes.pt</a>
<b>Сальвадор</b> Национальный совет по науке и технологиям	<a href="http://www.conacyt.gob.sv">www.conacyt.gob.sv</a>
<b>Сербия</b> Сербское Сообщество Инженеров Институт развития водных ресурсов им. Ярослава Черни	<a href="http://www.ingkomora.org.rs">www.ingkomora.org.rs</a> <a href="http://www.jcerni.org">www.jcerni.org</a>
<b>Сингапур</b> Агентство по науке, технологиям и исследованиям Стипендии для аспирантуры по окружающей среде и водным технологиям Программа исследований по технологиям окружающей среды Стипендии Технологического Университета Сингапура Национальный университет Сингапура	<a href="http://www.a-star.edu.sg">www.a-star.edu.sg</a> <a href="http://ijc.brightsparks.com.sg">http://ijc.brightsparks.com.sg</a> <a href="http://app2.nea.gov.sg">http://app2.nea.gov.sg</a> <a href="http://admissions.ntu.edu.sg">http://admissions.ntu.edu.sg</a> <a href="http://www.nus.edu.sg">http://www.nus.edu.sg</a>
<b>США</b> Общество Фулбрайт Американской ассоциации содействия развитию науки и техники, Программа стипендиатов Министерство сельского хозяйства Служба государственных исследований и образования Министерство энергетики Фонд Форда Национальный институт окружающей среды, финансирование развития научной карьеры Национальный институт здравоохранения Национальный научный фонд Фонд Повторное использование воды Агентство Соединенных Штатов по охране окружающей среды Исследовательский Фонд Водной Среды Фонд Научных Исследования Водного Сектора Благотворительная служба	<a href="http://us.fulbrightonline.org">us.fulbrightonline.org</a> <a href="http://fellowships.aaas.org">fellowships.aaas.org</a> <a href="http://www.csrees.usda.gov">www.csrees.usda.gov</a> <a href="http://www.er.doe.gov/grants">www.er.doe.gov/grants</a> <a href="http://www.fordfound.org">www.fordfound.org</a> <a href="http://www.niehs.nih.gov">www.niehs.nih.gov</a> <a href="http://grants.nih.gov">http://grants.nih.gov</a> <a href="http://www.nsf.gov">www.nsf.gov</a> <a href="http://www.watereuse.org">www.watereuse.org</a> <a href="http://www.epa.gov">www.epa.gov</a> <a href="http://www.werf.org">www.werf.org</a> <a href="http://www.waterrf.org">www.waterrf.org</a> <a href="http://www.irs.gov">www.irs.gov</a>

Финансирующая организация	Страница в интернете
<b>Уругвай</b> Управление Инновационного Развития в Науке и Технике	<a href="http://www.dicyt.gub.uy">www.dicyt.gub.uy</a>
<b>Финляндия</b> Академия Финляндии	<a href="http://www.aka.fi/en-gb">www.aka.fi/en-gb</a>
<b>Франция</b> Национальный центр научных исследова- ний Французское Министерство Исследований и Новых Технологий	<a href="http://www.cnrs.fr">www.cnrs.fr</a> <a href="http://www.recherche.gouv.fr">www.recherche.gouv.fr</a>
Национальный институт исследований в области здравоохранения и медицины Институт исследований в области развития	<a href="http://www.inserm.fr">www.inserm.fr</a> <a href="http://www.ird.fr">www.ird.fr</a>
<b>Чили</b> Национальная Комиссия по Науке и Техни- ке	<a href="http://www.conicyt.cl">www.conicyt.cl</a>
<b>ЮАР</b> Национальный научный фонд Совет по научным и промышленным ис- следованиям Департамент водных ресурсов Департамент науки и технологий Международный фонд по науке Совет по медицинским исследованиям Наука в Африке Минтек Совет сельскохозяйственных исследова- ний Водный Институт Южной Африки Комиссии по Водным Исследованиям	<a href="http://www.nrf.ac.za">www.nrf.ac.za</a> <a href="http://www.csir.co.za">www.csir.co.za</a> <a href="http://www.dwa.gov.za">www.dwa.gov.za</a> <a href="http://www.dst.gov.za">www.dst.gov.za</a> <a href="http://www.ifs.se">www.ifs.se</a> <a href="http://www.mrc.ac.za">www.mrc.ac.za</a> <a href="http://www.sciencein africa.co.za">www.sciencein africa.co.za</a> <a href="http://www.mintek.co.za">www.mintek.co.za</a> <a href="http://www.arc.agric.za">www.arc.agric.za</a> <a href="http://www.wisa.org.za">www.wisa.org.za</a> <a href="http://www.wrc.org.za">www.wrc.org.za</a>
<b>Япония</b> Японское Агентство Международного Со- трудничества Международный Фонд Мацумаэ	<a href="http://www.jica.go.jp/english">www.jica.go.jp/english</a> <a href="http://www.matsumae-if.org">www.matsumae-if.org</a>
<b>Международные организации</b> Организация Объединённых Наций Программа Развития ООН ООН Организации по вопросам образова- ния, науки и культуры ООН Программа Добровольцев Организация Американских Государств Программа Развития Иберо-американской науки и техники	<a href="http://www.un.org">www.un.org</a> <a href="http://www.undp.org">www.undp.org</a> <a href="http://www.unesco.org">www.unesco.org</a> <a href="http://www.unv.org">www.unv.org</a> <a href="http://www.educoas.org">www.educoas.org</a> <a href="http://www.cytcd.org">www.cytcd.org</a>

Вопросы международного обмена студентов и молодых специалистов, а так же возможности его финансирования будут обсуждаться молодыми и

опытными специалистами водного сектора на конференции ИВА (Интернациональной Водной Ассоциации) «Опыт и молодость в решении водных проблем», которая пройдет в Киеве в 2013 году.

Более подробную информацию об Интернациональной Водной Ассоциации и конференции в Киеве Вы можете найти на сайте: [www.iwahq.org](http://www.iwahq.org).

Поступила 24.10.2012

Техн. ғылымд. канд. М. Терещук

**СУ САЛАСЫНДАҒЫ ЖАС МАМАНДАРДЫҢ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ:  
ГРАНТТАР, СТИПЕНДИЯЛАР, ҚАРЖЫЛАНДЫРУ**

*Мақала су саласындағы жас мамандардың білім алуы және карерасындағы мүмкіншіліктеріне арналады. Мақалада, өтініш және құжат тапсыру үшін тәжірибелік кеңестер, сонымен қатар білім алудың әртүрлі бағдарламалары мен әлемнің көптеген мемлекеттерінде сынақтама өтудің тізімі беріледі.*

**ОБРАЩЕНИЕ 17-Й СЕССИИ КООРДИНАЦИОННОГО  
КОМИТЕТА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ (КАСПКОМ) К НАУЧНОЙ  
ОБЩЕСТВЕННОСТИ ПРИКАСПИЙСКИХ ГОСУДАРСТВ**

Каспийское море играет важную роль в жизни народов, населяющих его берега. Экономическая и социальная значимость моря определяются состоянием его гидро- и экосистемы, которые очень чувствительны к изменениям климата и антропогенным нагрузкам.

Учитывая названные обстоятельства, исследования в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения Каспийского моря имеют большую научную и практическую значимость. Опыт КАСПКОМа показывает, что эта значимость возрастает, когда ученые прикаспийских стран, работающие в этой области, объединяют и координируют свои усилия.

С целью расширения сотрудничества и повышения информированности ученых и специалистов прикаспийских государств о проблемах Каспийского моря и путях их решения 17-я Сессия КАСПКОМ (прошедшая в Казахстане, Астана, 16-17 октября 2012 г.) приняла решение об издании научных трудов КАСПКОМа в электронном виде и в форме одного из разделов сайта КАСПКОМ.

Для публикации в «Научных трудах КАСПКОМ» принимаются как новые, так и опубликованные ранее научные сообщения, освещающие результаты исследований, объектом которых являются Каспийское море и его бассейн. Основными научными рубриками являются:

*метеорология и климатология;*

*гидрология и океанология;*

*мониторинг окружающей среды.*

Ранее неопубликованные материалы размещаются в разделе «Научный журнал КАСПКОМ», а уже опубликованные – в разделе «Научная библиотека КАСПКОМ». Правила оформления и представления материалов, направляемых для публикации в «Научных трудах КАСПКОМ» изложены на сайте КАСПКОМ <http://www.caspcom.com/>.

17-я Сессия КАСПКОМ рекомендует ученым и специалистам прикаспийских государств публиковать результаты исследований Каспийского моря и его бассейна в «Научных трудах КАСПКОМа».

## **Правила оформления и представления материалов, направляемых для публикации в «Научных трудах КАСПКОМ»**

В «Научных трудах КАСПКОМ» в электронном виде (в формате .pdf) публикуются как новые, так и уже опубликованные материалы. Опубликованные материалы помещаются в разделе «Научная библиотека КАСПКОМ», а новые материалы – в разделе «Научный журнал КАСПКОМ».

**Опубликованные материалы** принимаются для размещения в «Научной библиотеке КАСПКОМ» не позднее, чем через год после их первой публикации, в первоначальном виде (отсканированные и переведенные в формат .pdf). Язык первой публикации может быть любым. При этом наименование статьи, список авторов и аннотация должны быть изложены на русском и английском языках и приложены отдельным файлом в формате Word к заявке на публикацию. Заявка представляется на русском или английском языке в формате .pdf автором (одним из авторов), подпись которого на заявке должна быть заверена руководителем организации, работником которой является заявитель, с указанием контактных реквизитов организации. Размещение материалов в «Научной библиотеке КАСПКОМ» не должно нарушать авторских прав, установленных при первоначальной публикации, ответственность за соблюдение этого требования несет заявитель.

**Ранее неопубликованные материалы** направляются для публикации в «Научном журнале КАСПКОМ» на основании решения Ученого совета организации, на базе которой выполнена научная работа. Копия решения Ученого совета прилагается к заявке, написанной на официальном бланке организации (с указанием ее реквизитов) и подписанной руководителем. Заявка вместе с приложением должна быть отсканирована и переведена в формат .pdf для отправки по электронной почте. Для публикации принимаются материалы, написанные только на русском или английском языке и оформленные в соответствии с изложенными ниже требованиями.

Объем впервые публикуемой статьи вместе с аннотацией, иллюстрациями и списком литературы не должен превышать 10 страниц формата А4, поля – 2 см с каждой стороны, шрифт Times New Roman, размер 12, межстрочный интервал – одинарный. Рисунки и таблицы должны быть вставлены в текст. Ниже наименования статьи (через межстрочный интервал) приводится список авторов (в строку), с указанием имени, фамилии и адреса электронной почты. Еще ниже (через межстрочный интервал) наименование научной



организации, рекомендовавшей статью к публикации, с указанием телефона, факса, адреса электронной почты и местонахождения (город, страна). Далее следует аннотация, затем введение, основная часть, заключение и список литературы. В основной части кратко описываются материалы, методы, результаты исследования и комментарии. После оформления впервые публикуемой статьи в соответствии с данными требованиями она переводится в формат .pdf и вместе с заявкой высылается по указанному ниже адресу.

Материалы для размещения в «Научной библиотеке КАСПКОМ» и публикации в «Научном журнале КАСПКОМ» направляются Координатору КАСПАС по электронной почте на адрес [caspcom@mail.ru](mailto:caspcom@mail.ru).

## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Редакционная коллегия журнала «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» (регистрационное свидетельство №1538) приглашает Вас к сотрудничеству. Журнал выходит 4 раза в год. По решению Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК статьи, опубликованные в нашем журнале, принимаются при защите диссертаций. Статьи должны соответствовать гидрометеорологическому и экологическому профилю.

**ОБРАЩАЕМ ВНИМАНИЕ АВТОРОВ! В соответствии с договором с «Национальным центром научно-технической информации» редакция передает Центру электронную версию журнала для включения в электронную библиотеку. Согласно договору Центр предоставляет редакции библиометрический показатель (импакт-фактор) издания.**

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ, СДАВАЕМОЙ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ»**

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: основной текст статьи, не превышающий 12...14 страниц, включая таблицы, рисунки и список литературы, аннотация на русском языке не более 10 строк, дающая ясное представление о результатах и содержании статьи. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском языке и английском языке. Сведения о месте работы и занимаемой должности автора, его ученая степень и ученое звание.

Список литературы дается в алфавитном порядке авторов на русском и следом на иностранном языке (составляется согласно ГОСТа 7.1-84). Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – [ ]. Ссылка на электронный ресурс оформляется следующим образом: (Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: [http://bookchamber.kz/stst\\_2006.htm](http://bookchamber.kz/stst_2006.htm) (дата обращения: 12.03.2009).) Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК), а так же ключевые слова, в количестве 10-12 штук. Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется ее дубликат, записанный на дискете, CD или флэшке. Для иногородних достаточно электронного варианта.

#### **Оформление рукописи:**

Весь текст рукописи, включая таблицы, печатается на ПК на одной стороне листа плотной бумаги, формата А4, белого цвета. Интервал: множитель – 1,2. Параметры поля страницы: верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 70 мм, правое 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль обычный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени) и ключевых слов, набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

Доктор геогр. наук  
Канд. физ.-мат. наук

А.Ж. Жуматаев  
А.Т. Иванов

**ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК**

*ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС, МАССА ПЕСКА, РАСХОД, РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР, МОДЕЛЬ, ДОЛИНА СЕНЕК*

*Исследован дисперсный состав подвижных песков Туйесу и в долине Сенек. Выполнены расчеты ветрового переноса масс песка по модели КазНИГМИ. Получена роза векторов средних многолетних годовых расходов песка в долине и определен результирующий вектор, имеющий азимут 287° и модуль 773 т/(км× год).*

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей...

**Рисунки** готовятся с соблюдением ГОСТа в режиме Paint (Paintbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

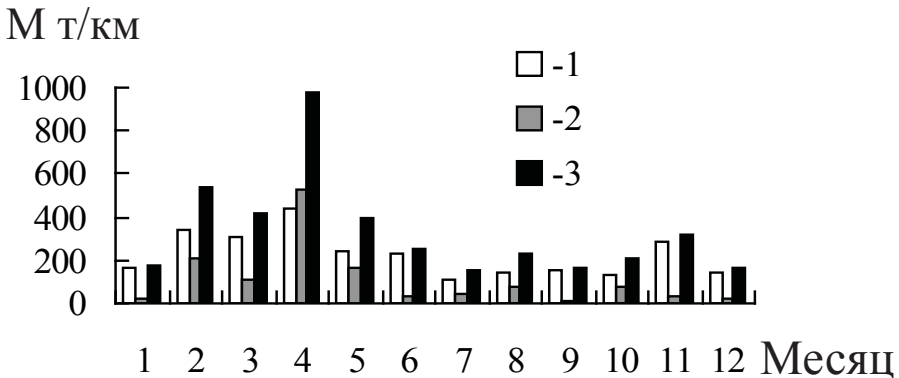


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка.

1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

**Таблицы** оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Основные статистические характеристики объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	$\bar{M}$ , т/(км×год)	$\sigma$ , т/(км×год)	$C_v$
Бури	1321	605	0,46
Поземки	2687	786	0,29
Оба явления	4007	1118	0,28

*Примечание:* Все показатели нормированы.

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо параллельно дается перевод приведенных единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней официальной редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

**Математические, химические обозначения и формулы** набирать в режиме редактора формул (Microsoft Equation). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТом. Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также дают в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку (см. пример).

$$f(x) = \frac{0,434}{\sigma_{lgx} x^x \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{lgx}^2} \right], \quad (1)$$

где  $x$  – размер песчинок;  $x_0$  – их средний геометрический размер;  $\sigma_{lgx}$  – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц.

Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени автора.

Статьи, выполненные коллективом авторов, должны быть подписаны всеми авторами.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.

**РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ  
С ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ, К ПУБЛИКАЦИИ  
НЕ ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ.**

## ҚҰРМЕТТІ ӘРІШТЕСТЕР!

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» (№1538 тіркеу куәлігі) журналының редакциялық алқасы Сіздерді серіктестікке шақырады. Журнал жылына 4 рет басылымға шығады. ҚР БҒМ білім беру және ғылым саласын бақылау комтетінің шешімімен біздің журналда жарияланған мақалалар докторлық және кандидаттық диссертациялар қорғауда қабылданатынын сіздерге қуана хабарлаймыз. Мақалалар гидрометеорологиялық және экологиялық бағытта болу керек.

### «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫНА ӨТКІЗІЛЕТІН ҚОЛЖАЗБАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР

Автормен жіберілген қолжазба жинағына кіреді: кестелер, суреттер және әдебиет тізімін қоса есептегенде 12...14 беттен аспайтын мақаланың негізгі мәтіні, 10 қатардан аспайтын мақаланың нәтижесі мен мазмұны жөнінде толық түсініктеме. Осы түсініктеме, мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. қазақ тілінде де беріледі. Мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. ағылшын тілінде де беріледі.

(ГОСТ-қа 7.1-84 сәйкес) әдебиет тізімі алфавит тәртібімен авторлар алдымен орыс, ізінше шетел тілінде беріледі. әдебиетке сілтеу квадрат жақшада көрсетіледі – [ ]. Суреттер бір мақалада үштен аспау керек. Мақаланың атының алдында Толық ондық жіктеу (ТОЖ) бойынша кеңейтілген индексін келтіру керек. Мақаланың машинкаға басылған нұсқасынан басқа оның дискетада, CD немесе флэшкада жазылған көшірмесі өткізіледі.

#### **Қолжазбаны көркемдеу:**

Қолжазбаның бар мәтіні, таблицалармен қоса ПК-де ақ түсті қалың қағаздың бір бетінде, А4 форматта басылады. Аралық – көбейткіш – 1,2. Беттер алаңының параметрлері: жоғарғы 20 мм, төменгі 75 мм, сол 70 мм, оң 15 мм. Азат жол 12,5 мм басталады, теру шарты Microsoft Word, Times New Roman шрифті (қалыпты стилі), шрифт өлшемі 11. Мақала атауы бас әріптермен, бөлусіз, жартылай майлы шрифтпен жазылады. Түсініктеме мақаланың негізгі мәтінінен бұрын аталудан, авторлар тізімінен (бағанада ғылыми дәрежесімен көрсетіледі) кейін орналасады, курсивпен басылады, сол және оң жағынан 5 мм шегінеді.

#### **Мысалды қараныз**

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология

№ 3

2012

ӨОЖ 577.4:66.046.44.59

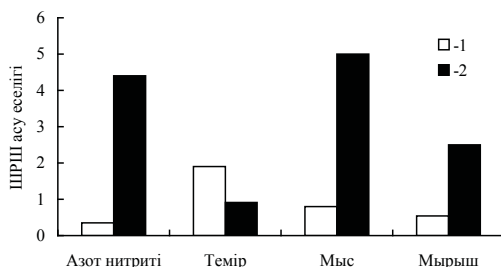
### КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ

Техн. ғылымд. канд. А.Ж. Жуматаев

*Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысы «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасау үшін қолданылған есептеу мәліметтері мен әдістері келтірілген....*

**Суреттер** Paint (Painbrush) режимінде ГОСТ-қа сәйкес дайындалып, мәтінге сурет ретінде қойылады. Графиктер, диаграммалар, гистограммалар –Microsoft Excel

режимінде және мәтінге Microsoft Excel объектісі ретінде қойылады. Суреттің жазбасы оның астына қойылып, курсивпен басылады (мысалды қараңыз). Толық сандар бөлшек бөлімнен нүктемен емес қайырмамен бөлінеді. Белгілеулерге түсініктеме аталудан кейін сол қатарға жазылады. Сурет алаңына индекстер мен белгілеу сандарынан басқа жазулар рұқсат етілмейді. Суреттегі сандар мен әріптердің өлшемі мәтіндегімен бірдей, ал индекстер 1,5 мм кем болмау болу керек.



Сур. 2. Іле өзенінің ақаба сулардың төгіндісінен 500 м төмен тұсындағы ластану көрсеткіштері: 1 – 2004 жыл, 2 – 2006 жыл.

**Кестелер** қосымша бағаналарсыз безендіріледі, тек кестенің «басы» мен шеткі бағаналары ғана сызылады. Кестенің нөмірі және мағыналы атауы – кестенің үстіне, қосымшалары оның астына (ГОСТ-қа сәйкес) жазылады (мысалды қараңыз).

Кесте 1

Зыряновск қаласы атмосферасында ластаушы заттардың сейілуін анықтайтын коэффициенттер мен метеорологиялық сипаттамалары

Сипаттама аталуы	Көлемі
Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедері коэффициенті	1...3
Жылдың (шілде) орташа максимал температурасы, °С	26,9
Жылдың (ақпан) орташа максимал температурасы, °С	-28,9

Физикалық көрсеткіштердің өлшем бірліктері Халықаралық жүйеде СИ (ГОСТ 8.417-81) келтіріледі, немесе СИ жүйесіне келтірілген аудармасы қатар көрсетіледі.

Ұйымның мекеменің, географиялық және т.б. аталуы соңғы ресми редакцияда беріледі. Тарихи аталуларына қоса жақшада кәзіргі аталуы көрсетіледі.

**Математикалық, химиялық белгілеулер мен формулалар** (Microsoft Equation) редактор режимінде басылуы керек. Формулаларда символдар ретінде ГОСТ-пен белгіленген белгілеулерді қолданады. Формулалардың нөмірі беттің оң шетінен домалақ жақшамен көрсетіледі. Мәтінде формуланың кезекті нөміріне сілтеу де жомалақ жақшада көрсетіледі. Мәтінде қатарға міндетті түрде барлық параметрлерді түсініктемесі беріледі (мысалды қараңыз).

$$K = D/8V_1, \quad (2)$$

қайда  $D$  – байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінің диаметрі ( $D = 500$  м);  $V_1$  – қалдық сақталынған қойма көлемі.

Барлық қысқартулар ГОСТ-қа және қысқарту сөздігіне сәйкес жасалынады.

Бөлек парақта редакцияға автор туралы мәліметтер: аты-жөні, әкесінің аты (толығымен), үйі мен мекеменің мекен-жайы және телефондары, жұмыс орындалған мекеменің тура аталуы, автордың ғылыми дәрежесі жіберіледі.

Авторлар ұжымымен жазылған мақалар барлық авторлардың қолы қоюлы болу керек.

Редакция қолжазбаларды қабылдамауға немесе редакциялық жөндеулер және қабылданған қолжазбаларға қосулар мен қысқартулар жасауға құқықты. Мақала авторға толықтыру жасау үшін қайтарылуы мүмкін. Кей жағдайларда редакция сұрауымен мақалаға рецензия талап етіледі.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕС БЕЗЕНДІРІЛМЕГЕН  
ҚОЛЖАЗБАЛАР БАСЫЛЫМҒА ЖІБЕРІЛМЕЙДІ ЖӘНЕ АВТОРҒА  
ҚАЙТАРЫЛМАЙДЫ.**