

*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

№ 4

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2010

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.М. Зейнуллин, канд. эконом. 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; 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; Е.Ж. Муртазин,
канд. геолого-мин. наук; Е.Ф. Морозова, канд. геогр. наук; В.П. Попова, канд.
геогр. 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. Чередниченко, 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

№ 4 (59)

©

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

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии ИП «Престиж Центр».

Г. Астана, ул. Байтурсынова, 72. Тел.: (7172) 566-226; 566-541

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Э.П. Кожаметова, А.В. Чередниченко, В.С. Чередниченко О выборе периодов для расчета норм по температуре и осадкам.	9
С.А. Долгих К вопросу развития агрометеорологической наблюдательной сети в Казахстане.	20
И.Г. Гуршев, О.Е. Семенов Решение задачи о распределении концентрации переносимого ветром песка по высоте в приземном слое воздуха.	30
К.И. Десятова Особенности притока солнечной радиации на территорию Казах- стана летом и зимой.	37
А.Х. Ахмеджанов, Н.А. Искаков Изменчивость вертикальных профилей объемного коэффициента поглощения ИК-излучения атмосферными газами над territori- ей Казахстана.	44
И.О. Байгулин, М.А. Проскуряков, И.Б. Есеркепова Экологическая доктрина мониторинга растительного покрова Ка- захстана в свете глобального изменения климата.	50
Е.Т. Тулекбаев, М.С. Хайдаров Геодинамические явления и глобальная температура атмосферы земли.	67
Б.К. Мамедов Оценка ресурсов поверхностного стока такырных водосборов пустынной зоны Узбекистана и вопросы их сельскохозяйственно- го использования.	77
А.Х. Ахмеджанов, Т.К. Караданов Применение данных космического зондирования для расчетов оп- тических параметров атмосферы и земной поверхности.	84
В.П. Попова, С.П. Шиварева, А.О. Домран Водный баланс озера Балхаш за период с 2000 по 2009 годы.	92
В.В. Голубцов, А.В. Линейцева Поступление воды в реку Каратал за счет деградации горного оледенения.	101

М.М. Азнабакиева	
Восстановление естественного годового стока р. Шилик – с. Малыбай с 1996...2009 гг.	108
Б.О. Баймагамбетов, В.П. Попова	
Гирологический мониторинг Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна и его развитие.	112
Айс. Турсунова, А.А. Куркебаев, А.Б. Мырзахметов	
Внутригодовое распределение стока рек бассейна озера Балхаш. .	118
Ж.Қ. Турениязова	
Іле өзеніндегі биогендік ағындылардың антропогендік өзгеруін бағалау.	129
А.С. Абрамов, А.С. Шамгунов, Ш.Г. Курмангалиева, Н.Г. Бреусов, И.В. Шенбергер, Н.Н. Рубанюк, А.С. Степаненко	
Некоторые закономерности загрязнения рек Ульба, Чилик и Тургень.	134
А.А. Евсеева	
Оценка экологического состояния Усть-Каменогорского водохранилища по показаниям зоопланктона.	141
А.Ғ. Көшім	
Каспиймаңы мұнайлы аудандарындағы экожүйелік мониторинг. .	149
У.Ш. Мусина	
Экологический потенциал коксусского шунгита.	154
Н.А. Усенова	
Исследование состава донных отложений реки Илек.	160
Р.Т. Бексеитова	
Морфоклиматический фактор функционирования эколого-геоморфологических систем платформенных равнин (на примере территории центрального Казахстана).	166
А.А. Шомантаев, Ж.А. Абзалиева, Р.К. Бейсетаева	
Сельскохозяйственное использование коллекторно-дренажных вод для орошения в регионе Приаралья.	173
Э.Д. Керимова	
Тенденции трансформации ландшафтных комплексов грязевых вулканов.	179

ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ

В.В. Жданов

Опыт научно-исследовательской работы отдела снеголавинных наблюдений и прогнозов. 185

О.А. Глумова, А.В. Чередниченко

Пространственно-временное распределение озона над Казахстаном в 2009 г. 190

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В.В. Голубцов «Моделирование стока горных рек в условиях

ограниченной информации». 195

ХРОНИКА

А.Р. Медеу (к 60-летию со дня рождения). 197

Н.Ф. Гельмгольц (к 110-летию со дня рождения). 204

Указатель статей, опубликованных в журнале в 2010 г. ... 207

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

E.P. Kozhakhmetova, A.V. Cherednichenko, V.S. Cherednichenko About periods' selection for the temperature and precipitation norms calculation.	9
S.A. Dolgikh To a question of the agrometeorological observant network development at the Kazakhstan.	20
I.G. Gurshev, O.E. Semenov The decision of a problem about distribution of the concentration transferable a wind of sand at air surface layer.	30
K.I. Dessyatova Features of a solar radiation inflow to the territory of the Kazakhstan in the summer and winter.	37
A.KH. Akhmedzhanov, N.A. Iskakov Variability of vertical structures of a volumetric factor of absorption of the infrared radiation by atmospheric gases above territory of the Kazakhstan.	44
I.O. Baytulin, M.A. Proskuryakov, I.B. Yesserkepova Ecological doctrine of vegetative cover monitoring of Kazakhstan under the global climate change.	50
E.T. Tulekbaev, M.S. Khaidarov The geodynamic phenomena and global air temperature of the earth. .	67
B.K. Mamedov Estimation of a the runoff resources of a takyr water catchment's area in desert zone of the Uzbekistan and questions of their agricultural use. . .	77
A.KH. Akhmedzhanov, T.K. Karadanov Application of a space sounding data for the calculations of the atmosphere optical parameters and a terrestrial surface.	84
V.P. Popova, S.P. Shivareva, A.O. Domran Water Balance of the Lake Balkhash during the period 2000...2009. . .	92
V.V. Golubtsov, A.V. Lineytseva Water inflow to the Karatal River from glaciation's degradation. . . .	101

M.M. Aznabakiyeva	
Restoration of the natural annual runoff of the Shilik River – v. Malibay for the period 1996...2009.	108
B.O. Baymagambetov, V.P. Popova	
Hydrological monitoring Balkhash-Alacol' Water-Economic catchment's area and its development.	112
Ais. Tursunova, A.A. Kurkebayev, A.B. Myrzahmetov	
The inter annual distribution of the rivers' runoff of the Balkash Lake basin.	118
Zh.K. Turenliyazova	
Estimation of anthropogenesis change of a biogenic substances inflow in the Ili River.	129
A.S. Abramov, A.S. Shamgunov, Sh.G. Kurmangalieva, N.G. Breusov, I.V. Shenberger, N.N. Rubanyuk, A.S. Stepanenko	
Some mechanisms of the Ulba, Shilik and Turgen' Rivers pollution. . .	134
A.A. Evseyeva	
Estimation of an ecological condition of the Ust'-Kamenogorsk's Reservoir with an animal plankton indications.	141
A.G. Koshim	
Ecosystem monitoring in oil bearing region of the Caspian Sea.	149
U.Sh. Musina	
Ecological potential of the Koksus schungite.	154
N.A. Usenova	
Research of a structure of the Ilek River sediment	160
R.T. Bekseitova	
Morphoclimatic factor of functioning of the ecological-geomorphological systems of the platform plains (for Example of the Central Kazakhstan Territory)	166
A.A Shomantayev, J.A Abzaliyeva, R.K. Beisetayeva	
Agricultural utilization of manifold-drainage water for irrigation in the Aral Sea Region.	173
E.D. Kerimova	
Tendencies of transformation of mud volcanos landscape complexes.	179

REVIEWS AND CONSULTATIONS

V.V. ZHdanov

Experience of a research activities of the Snow-avalanche Observations
and Forecasts Department. 185

O.A. Glumova, A.V. Cherednichenko

Existential distribution of a ozone above Kazakhstan in 2009. 190

CRITICISM AND BIBLIOGRAPHY

V.V. Golubtsov «Modelling of the mountain rivers runoff in
the limited information conditions».

195

CHRONICLE

A.R. Medeu (to 60-anniversary). 197

N.F. Gel'mgol'ts (to 110-anniversary). 204

Articles' List Published in «Hydrometeorology and Ecology» Magazine, 2010 207

УДК 551.583.14

О ВЫБОРЕ ПЕРИОДОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ И ОСАДКАМ

Канд. геогр. наук	Э.П. Кожаметова
Канд. геогр. наук	А.В. Чередниченко
Доктор геогр. наук	В.С. Чередниченко

Рассматривается метод определения минимальной длины ряда для вычисления климатической нормы температуры и осадков на примере нескольких станций Казахстана. Показано, что тридцатилетний период, рекомендуемый ВМО, не отражает всех возможных изменений, которые необходимы при специфических расчетах потребителями при учете климатической информации.

Важнейшим вопросом, который приходится решать при анализе временных рядов любого метеорологического параметра и вычислении многолетних средних, является выбор периода осреднения. Этому вопросу посвящен ряд исследований [1-4], обзор некоторых мы опустим, но воспользуемся выводами.

Самой надежной или точной средней многолетней (климатической нормой) можно считать такую среднюю, и за такой ряд лет, когда от добавления новых лет (продления ряда) она практически не меняется. Длительность выбранного периода осреднения должна обеспечить как устойчивость нормы, так и ее близость к современным климатическим условиям и эти два условия не всегда удается совместить.

Важным условием для получения надежных данных является однородность ряда наблюдений. Однако по разным причинам, обычно из-за необходимости переноса метеорологической станции за черту города или в связи со сменой приборов или методов (сроков) наблюдений однородность ряда нарушается. Тогда очень важно определить минимальную длину периода для вычисления норм с необходимой точностью и вычислить ее по ненарушенной части ряда. Эта необходимая длина ряда всецело определяется изменчивостью изучаемого параметра.

Ряд авторов, например [1, 2 и др.] предлагают вычислять средние из коротких рядов (20...30 лет), взятых так, чтобы найденная средняя была равна средней из длинного ряда. При этом должны браться последние годы наблюдений, т.к. считается, что в этом случае экстраполяция вперед на 2...3 года будет

наиболее успешной. Всемирная метеорологическая организация так же рекомендует вычислять средние за тридцатилетний и более период наблюдений, но за последние годы. Рекомендуемый период 1961...1990 гг. Однако, во временных рядах всех метеорологических параметров существует цикличность, в том числе с периодом колебаний, превышающим 30 лет [3, 4].

Известно, что нормами, содержащимися например, в климатических справочниках [5, 6] пользуются, как правило, 20...30 лет. Устойчивость норм в этом случае может быть обеспечена вычислением ее из длинных рядов необходимой продолжительности, обеспечивающей устойчивость средних. В этом случае не только короткопериодные, но и колебания средней продолжительности (17...45 лет) будут сглажены. В то же время, на фоне таких норм, вполне представляет научный и практический интерес исследования поведения «короткого» ряда, но за последние 30 лет.

На примере М Алматы, имеющей длинный ряд наблюдений, мы попытались определить какой минимальной длины должен быть «длинный» ряд для нахождения норм осадков и температуры, чтобы на его фоне рассмотреть затем более «короткие» ряды за последние 30 лет. Вопрос представлялся важным и потому, что в ряде серьезных исследований, например, в [4, 7] было показано, что для территории с большой изменчивостью изучаемого параметра, например, Барнаул в [7], период наблюдений в 30 лет совпадает с зоной неопределенности. Это значит, что среднее, вычисленное по такому ряду, может отличаться от нормы на 10 % и более, а для нахождения нормы с погрешностью $\pm 10\%$ потребуется ряд длиной 70 лет и более. Или-Балхашский бассейн, к которому принадлежит и Алматы, относится к территориям с большой изменчивостью количества осадков и температуры, и это требует углубленного анализа необходимой длины ряда для вычисления нормы.

Рассмотрим временной ряд осадков, представленный на рис. 1, и выполним сначала чисто качественный его анализ на фоне средней, вычисленной за ряд наблюдений (631,5 мм).

Можно видеть, что сглаженная кривая (полином шестой степени) осуществляет плавные колебания около нормы. При этом хорошо виден полный цикл (ритм) с периодом около 80 лет. С 1906 по 1945 гг. осадки были существенно ниже нормы, и если бы мы попытались вычислить новую норму за предшествующий тридцатилетний период, то получили бы всего 550...560 мм. На основании таких расчетов можно утверждать, что в это тридцатилетие осадки существенно ниже нормы, но брать эти данные за норму было бы

ошибочно, также как и утверждать об имеющих якобы место изменениях климата. Действительно, в следующий полупериод восьмидесятилетнего колебания с 1945 по 1985 год осадки были в среднем выше нормы примерно на 15...30 мм, что тоже не следует толковать как изменение климата. И в первом и во втором случае мы имеем дело с восьмидесятилетним циклом колебания количества осадков с полупериодами их спада и роста по сравнению с нормой. Отсюда следует, что норма должна вычисляться за период, сравнимый по продолжительности с данным циклом. Только в этом случае норма будет устойчивой во времени и на ее основе можно делать сценарии изменения количества осадков на 15...20 лет вперед.

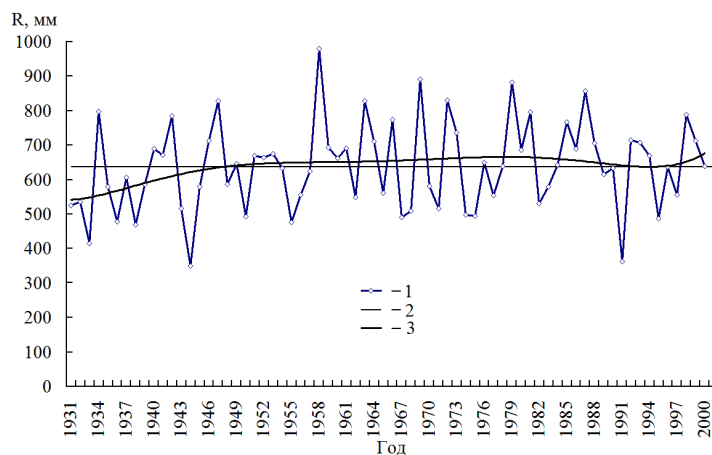


Рис. 1. Временной ход годовой суммы осадков на М Алматы. 1 – сумма осадков за год, 2 – норма, 3 – полиномиальная кривая.

Выполним ту же оценку необходимой длительности ряда для вычисления нормы осадков для М Алматы, но с помощью строгих статистических методов.

Величина нормы тем точнее, чем меньше дисперсия. Временная изменчивость изучаемого признака в бессвязных рядах большой длительности (большого объема выборки) оценивается с помощью среднего квадратического отклонения:

$$\sigma = \sqrt{(x_i - x)^2 / n - 1}, \quad (1)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение; x_i – элементы выборки; x – средняя арифметическая величина или норма; n – объем выборки.

Часто, однако, применяют не само среднее квадратическое отклонение, а коэффициент вариации C_v – относительную величину, дающую лучшее пространственное представление изменчивости признака:

$$C_v = \sigma/x . \quad (2)$$

Величины C_v для нашей территории можно найти в [7]. Мы, однако, проверили их правильность и уточнили, удлинив ряд до настоящего времени. Поскольку коэффициент вариации плавно изменяется в пространстве, по крайней мере над рассматриваемым нами районом, не было необходимости проверять его для всех взятых станций. В табл. 1 приведены величины C_v для М Балхаш и М Алматы.

Таблица 1
Средние месячные величины коэффициента вариации C_v

Станция	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Балхаш	0,60	0,70	0,60	0,69	0,75	0,80	0,70	0,75	0,75	0,70	0,60	0,60	0,69
Алматы	0,55	0,60	0,60	0,58	0,65	0,60	0,65	0,80	0,70	0,80	0,57	0,60	0,64

Из данных табл. 1 видно, что величины C_v и в Балхаше и в Алматы в среднем за год близки, но в отдельные месяцы они могут различаться на 0,2, например, в июне. Годовая амплитуда для М Балхаш составляет 0,20, а для М Алматы – 0,25, что довольно много. Эти данные, однако, неплохо согласуются с результатами, полученными в [7].

Считается, что если $C_v \leq 0,5$, то автокорреляционная функция распространяется на крупные районы, т.е. пространственная связность поля осадков высокая. Мы же видим, что в нашем случае пространственная связность осадков средняя в ноябре – январе и низкая в остальную часть года. Детальные исследования полей осадков, выполненные нами, подтверждают этот наш предварительный вывод.

Уточним далее, какой продолжительности должен быть ряд наблюдений за осадками, чтобы получить статистически обеспеченную норму. Для этого выполним последовательный анализ временного ряда осадков для М Алматы.

Примем, что пределы заданной относительной погрешности осадков составляют 10 % от нормы. Примем также, что X – норма, n – число членов ряда, как переменная величина или число членов ряда, $X_{зш}$ – осадки в засушливый период, $X_{вл}$ – осадки во влажной период.

В предположении постоянства климата, известной изменчивости осадков σ и заданных пределов относительной ошибки нормы $0,1X$ предполагаемое число членов ряда n , необходимое для нахождения X может быть найдено по формулам

$$a'_n = \frac{X_{зш} + X}{2} + \frac{\delta^2}{n(X_{зш} - X)} \ln \frac{1 - \beta}{\alpha}, \quad (3)$$

$$a''_n = \frac{X_{зш} + X}{2} + \frac{\delta^2}{n(X_{зш} - X)} \ln \frac{\beta}{1 - \alpha} \quad (4)$$

и

$$\beta'_n = \frac{X_{вл} + X}{2} + \frac{\delta^2}{n(X_{вл} - X)} \ln \frac{1 - \beta}{\alpha}, \quad (5)$$

$$\beta''_n = \frac{X_{вл} + X}{2} + \frac{\delta^2}{n(X_{вл} - X)} \ln \frac{\beta}{1 - \alpha}. \quad (6)$$

Формулы (3) и (4) предназначены для оценки степени отклонения $X_{зш}$ от нормы в засушливые, а формулы (5) и (6) – влажные годы.

По результатам расчетов построен график, представленный на рис. 2.

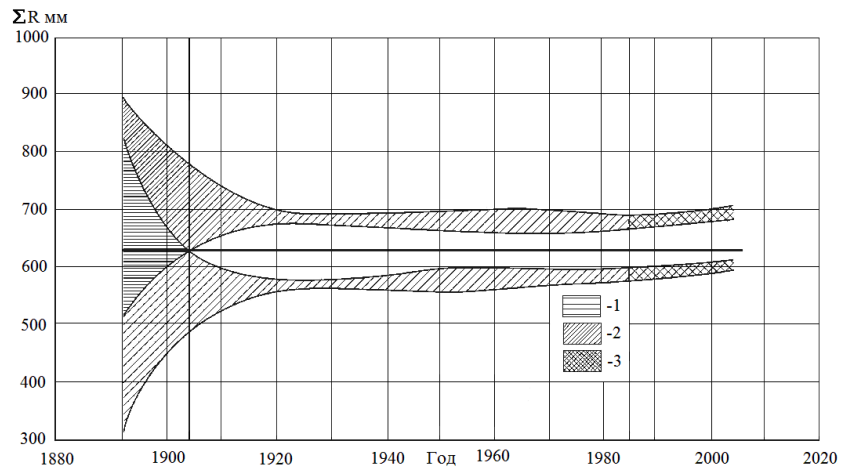


Рис. 2. Схема последовательного анализа годовых сумм осадков. 1 – зона неопределенности; 2 – зона, когда однозначно определяется, стал ли климат более сухим или более влажным по сравнению с нормой; 3 – зона, которая уже не влияет на норму.

При этом a'_n и a''_n определяют коридор погрешностей изменения нормы снизу, со стороны осадков ниже нормы, а β'_n и β''_n – сверху, со стороны осадков выше нормы.

Зона 1 или зона неопределенности, исчисляемая от начала ряда до пересечения a''_n и β''_n и их равенства, это тот промежуток времени, когда о норме X ничего определенного сказать нельзя. Ряд для вычисления X должен быть в любом случае длиннее этой зоны. В нашем случае зона неопределенности несколько превышает 30 лет.

Зона 2 – это зона, когда уже можно сказать, в какую сторону изменился климат, а точнее – режим осадков.

Зона 3 – это та часть ряда, которая, будучи добавленный к зоне 2, уже не влияет на норму.

В то же время можно видеть, что в последние годы ход линий несколько сместился относительно линии нормы. Это может быть как следствие роста влияния большого города на осадки, так и климатическими колебаниями.

В нашем случае зона 2 ясно указывает сначала на тенденцию к засушливости в первые 30...40 лет после зоны неопределённости, а затем – к увлажнённости климата. Конец зоны, т.е. время, когда имеет место равенство $a''_n - a'_n = \beta'_n - \beta''_n$, наблюдается при $n \approx 80...85$ лет (Рис. 2). Таким образом, из последовательного анализа временного ряда осадков по М Алматы следует, что из-за их большой межгодовой изменчивости определенные суждения о его временных тенденциях можно получить только, если анализируемый ряд превышает 30 лет. Ввиду наличия хорошо выраженной восьмидесятилетней цикличности норму осадков, если погрешность задавать $\pm 10\%$ от нормы, желательно определять из ряда в 80 лет и более.

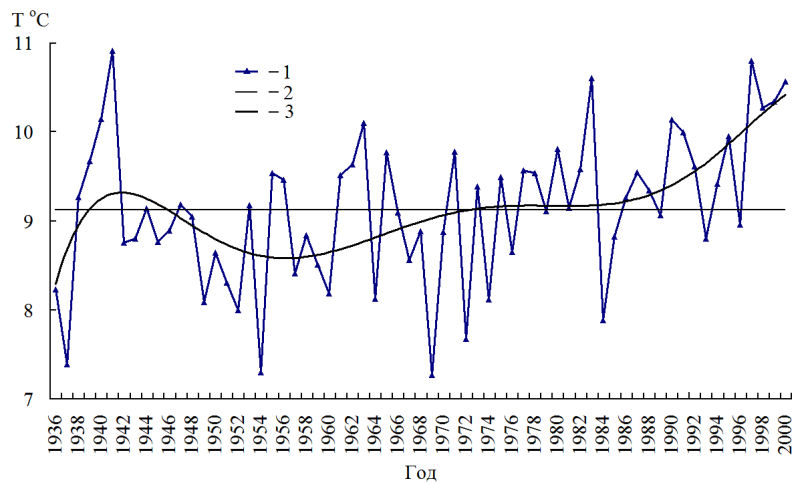
Авторы [2-4, 7] указывают, что последовательный анализ эффективен, если асимметрия не превышает 0,28. Наличие даже слабой асимметрии существенно искажает результаты оценки ошибки нормы.

В нашем случае коэффициент асимметрии несколько больше, 0,30. Это, а также большая величина среднего квадратического отклонения ($\sigma = 138,4$), привели к тому, что за пределами лимитированной зоны оказались не 5 %, как у [7], а 10...12 %. Отдельные точки вообще вышли за пределы $\pm 3\sigma$, что возможно обусловлено еще и особенностями применяемых формул, анализ которых не входит в нашу задачу.

Рассмотрим далее временной ряд температуры для М Алматы. На рис. 3 он представлен за весь период наблюдений.

Можно видеть, что, несмотря на наличие хорошо видимых флуктуаций и коротких циклов, общий ход температуры имеет выраженную тенденцию к непрерывному повышению. Метеостанция Алматы находится в центре крупного мегаполиса в южной его части, а сам город вытянут к северу примерно на 50 км. Причем с юга (и частично – с запада и востока) территория города ограничена горами Илейского Алатау. Основной перенос воздушных масс происходит с севера или с северной составляющей. Все это способствует тому, что повторяемость штилей растет, если в тридцатые годы она была близка к 30 %, то сейчас около 80 %. В результате

средняя годовая температура воздуха растет вместе с городом, население которого и сам город только за последние 50 лет выросли в 4...5 раз, превысив в 1,5 млн. человек. Отмечаемая поэтому тенденция температуры представляет большой интерес для изучения влияния большого города на температуру воздуха, что не входило в нашу задачу.



*Рис. 3. Временной ход температуры воздуха на М Алматы.
1 – среднегодовая температура воздуха, 2 – норма, 3 – полиномиальная кривая.*

Анализ аппроксимированной кривой показывает, что при такой временной тенденции норма, найденная за любой ряд лет, будет показательна только для этого периода. Целесообразно поэтому в данном случае вести анализ и вычислять норму для потенциальных потребителей за последние годы, что мы и сделали далее.

Как видно, это тот случай, когда не удалось совместить устойчивость нормы и ее близость к современным климатическим данным, о чем говорилось в начале статьи.

Что же касается последовательного анализа ряда наблюдений, то ввиду специфики временного хода температуры он оказался не в состоянии способствовать определению ни зоны неопределенности, ни длины ряда, необходимой для вычисления нормы.

Рассмотрим далее временной ход среднегодовых величин осадков и температуры для новой столицы – Астаны. На рис. 4. представлен ход осадков. Можно видеть, что, по крайней мере, начиная с 1930-х годов среднегодовое количество осадков в Астане ниже нормы на 20...60 мм. В данном случае под нормой мы подразумеваем величину, вычисленную за

весь период наблюдений, т.е. с 1894 г. Норма в 340 мм получена потому, что в начале 20-го века до 30-х годов осадки были существенно выше нормы, в отдельные годы превышая 600 мм. Если мы вычислим норму за последние 30 лет, или за любые 30 лет, например, за период 1961...1990 гг. [8], то при малой дисперсии мы получим норму примерно 320 мм. В данном случае она будет очень хорошо (малая дисперсия) отражать ход осадков и устроит потребителя. Более глубокий анализ показывает, что во временном ходе имеют место циклические колебания (ритмы) разной продолжительности. Отметим только 80-летний полный цикл (точнее 77 лет), с 1897 по 1974 год, имеющий продолжение и в последующие годы. Минимум очередного цикла, видимо, уже пройден. Анализ временных рядов на их краях всегда имеет ниже достоверность, чем в середине, однако в данном случае речь идет только об уточнении времени перехода через многолетнюю норму. Поэтому потребителя больше устроила бы информация, в случае, (если норма вычислена за последние 30 лет), что на следующее десятилетие или больше следует ожидать среднее годовое количество осадков, выше этой нормы, а если информация включает и старую норму, то что осадки будут около многолетней нормы.

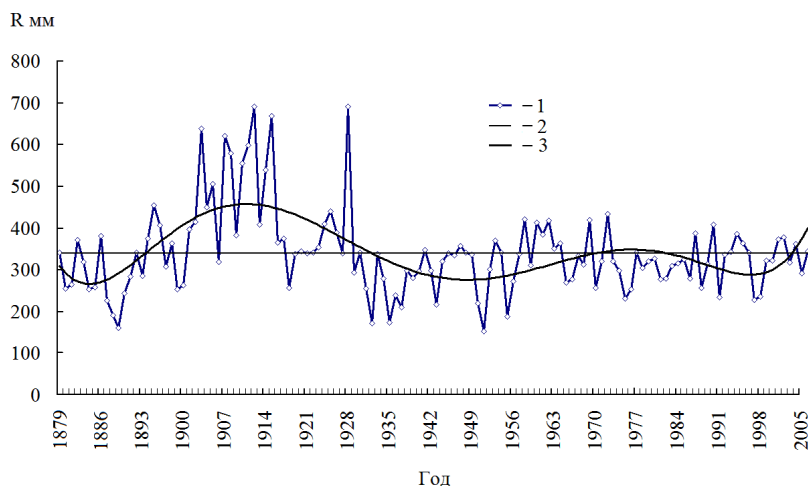


Рис. 4. Многолетний ход осадков в Астане. 1 – сумма осадков за год, 2 – норма, 3 – полиномиальная кривая.

Другими словами потребителя следует информировать, на какой стадии многолетнего цикла мы находимся. Это, несмотря на то, что не все циклы постоянны, речь идет только о длиннопериодных циклах [8].

На рис. 5 представлен вековой ход среднегодовой температуры в Астане.

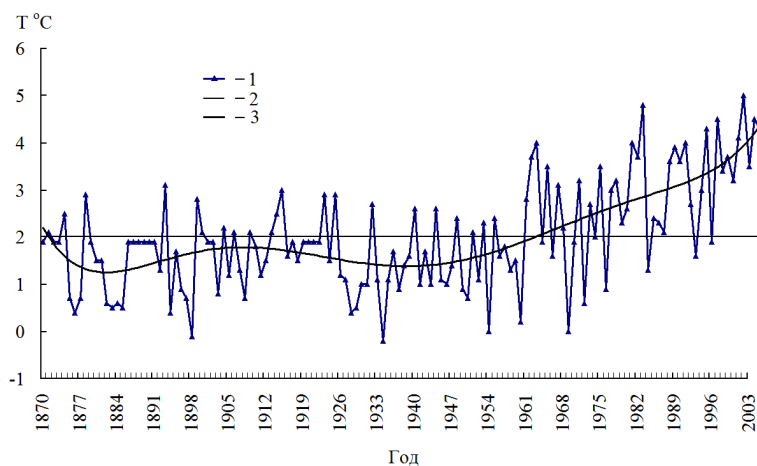


Рис. 5. Временной ход температуры воздуха на М Астана. 1 – среднегодовая температура воздуха, 2 – норма, 3 – полиномиальная кривая.

С 1964 г., как видно на рис. 5, имеет место заметный рост температуры воздуха, до $0,06 \text{ }^{\circ}\text{C}/1 \text{ год}$. Ход температуры в последние 30...40 лет лучше отражает ее нынешнее состояние, и норма, вычисленная за эти годы, отражает состояние температурного режима. Именно такая информация будет ценной для энергетиков, коммунальных служб и др. Однако в отличие от Алматы во временном ходе температуры воздуха для Астаны хорошо просматривается полный вековой цикл (93 года), который возможно является частью другого, более длинного. Поэтому при долгосрочном планировании следует учитывать вековой ход, в данном случае факт, что в течение века средние годовые температуры воздуха были ниже тридцатилетней нормы на $1,5 \div 2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Нами проанализированы также ряды осадков и температуры по многим другим станциям. На результатах анализа нет необходимости останавливаться, поскольку с вариациями в деталях они похожи на случаи для М Алматы и М Астаны.

В качестве выводов отметим следующее:

- решение о длине ряда, который необходим при вычислении нормы, следует принимать после тщательного анализа всего ряда.

Не мы одни усомнились в достоверности нормы для потребителя, вычисленной за тридцать лет, как рекомендует ВМО. Авторы [8] пишут, что: «...в условиях изменяющегося климата оказывается недостаточным традиционный набор статистических характеристик, обычно включающихся в климатические справочники. Этого было достаточно, когда по-

стулировалось и наблюдалось постоянство климата. В условиях же изменяющегося климата этого недостаточно...». Цитируемые авторы предлагают включать целый ряд так называемых динамических характеристик как-то: результаты, сглаживания, фильтрации, содержащие низкочастотную составляющую процессов, тренды и др.

Целесообразность выделения и учета низкочастотной составляющей с периодом около 80 лет нами показана на примере Алматы и Астаны. Не настаивая на необходимости включения всех динамических характеристик временного ряда, как это сказано в [8], мы считаем, что при расчете норм и передаче их потребителю необходимо следующее:

- решение о длине ряда, который необходим при вычислении нормы, следует принимать после тщательного анализа всего временного ряда наблюдений осадков или температуры по данной станции;
- для вычисления нормы осадков по большинству станций Казахстана следует брать ряд не менее 80 лет, что соответствует продолжительности выявленных циклов в рядах осадков;
- для вычисления нормы температуры на ряде станций целесообразно брать ряд наблюдений за последние 30 лет, что уточняется при анализе ряда. В то же время целесообразно информировать потребителя на какой фазе векового хода взяты данные для расчета нормы;

Представляется, что предлагаемый подход более объективен и он будет способствовать укреплению доверия со стороны современного потребителя к метеорологической информации в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батталов Ф.З. О вычислении норм осадков и районировании территории с учётом колебаний осадков // Труды Всесоюз. науч. метеорол. совещания. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – Т.4. – С. 365-375.
2. Алексеев Г.А. Методы оценки случайных погрешностей гидрометеорологической информации. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 96 с.
3. Дроздов О.А. О свойствах интегрально-разностных кривых // Труды ГГО. –1964. – Вып. 162. – С. 3-6.
4. Дроздов О.А., Орлова В.В., Швер Ц.А. К вопросу об оптимальной длительности ряда осреднения при климатологических исследованиях // Труды ГГО. – 1965. – Вып. 181. – С. 14-45.
5. Справочник по климату Казахстана. Алматы: РГП Казгидромет, 2004. – Вып. 1-14. – С. 51-55.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Казахская ССР. –

- Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Вып. 18. – Книга 2. – 440 с.
7. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 302 с.
 8. Груза Г.В. Ранькова Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата. // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 4. – С. 50-68.

КазНИИЭК, г. Алматы

КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

ТЕМПЕРАТУРА ЖӘНЕ ЖАУЫН-ШАШЫН ШАМАЛАРЫН ЕСЕПТЕУ ҮШІН МЕРЗІМДЕРДІ ТАЛДАУ ТУРАЛЫ

Геогр. ғылымд. канд.	Э.П. Қожахметова
Геогр. ғылымд. канд.	А.В. Чередниченко
Геогр. ғылымд. докторы	В.С. Чередниченко

Қазақстанның бірнеше стансалары мысалында температура мен жауын-шашынның климаттық шамасын есептеу үшін қатардың ең кіші мәнін анықтау әдісі қарастырылады. ХМҰ ұсынған отызжылдық мерзім климаттық мәліметтерді ескеріп тұтынушылардың ерекше есептеулерінде ықтимал бар өзгерістерді айқындамайтыны көрсетілген.

УДК 63:551.50

**К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ
НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ В КАЗАХСТАНЕ**

Канд. геогр. наук С.А. Долгих

Анализируется современное состояние сети агрометеорологических наблюдений РГП «Казгидромет». На основе комбинирования таких показателей, как количество пунктов наблюдений относительно площади всех сельхозугодий, площади пашни и количества сельхозпредприятий разработаны рекомендации по оптимизации наземной сети агрометеорологических наблюдений.

Практическая значимость агрометеорологической подсистемы наблюдений обусловлена высокой степенью погодообусловленных рисков практически всей зоны аграрного производства Казахстана и, в первую очередь, зернопроизводства. Анализ неблагоприятных агрометеорологических явлений и пострадавших фермерских хозяйств в 2005...2009 гг. показал, что основными неблагоприятными гидрометеорологическими явлениями в Казахстане являлись атмосферная (около 60 % случаев) и почвенная (около 20 %) засухи [1].

В 1922 г., к моменту основания Гидрометеорологической службы Казахстана, действовало три станции с агрометеорологическими наблюдениями, в 1937 г. уже 19. В 1945...1950 гг. агрометеорологическая сеть развивалась в районах отгонного животноводства. В 1954...1956 гг. произошел скачок в развитии агрометеорологической сети в связи с освоением целинных и залежных земель. К 1975 г. агрометеорологическая служба Казахстана выросла в крупную научно-производственную базу, основными направлениями деятельности которой были: оценка агроклиматических ресурсов территории Казахстана; оперативное агрометеорологическое обеспечение агропромышленного комплекса страны; разработка новых методов агрометеорологических прогнозов. Количество пунктов с агрометеорологическими наблюдениями (агрометеорологических пунктов, АМП) постепенно увеличивалось и в восьмидесятые годы достигло 246.

В последние десятилетия вследствие изменения государственного устройства Казахстана, его экономических и правовых институтов гидрометеорологическая служба страны также претерпела ряд изменений, кото-

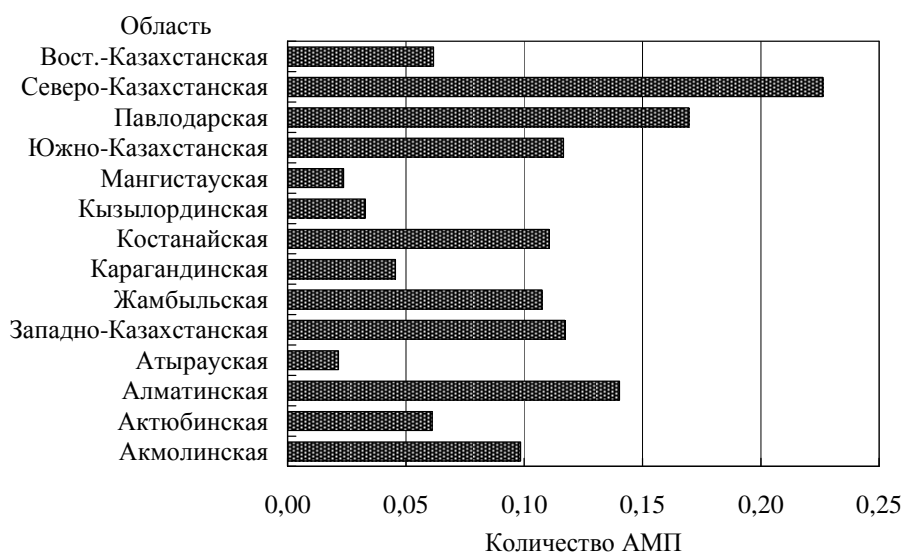
рые в полной мере отразились и на агрометеорологической наблюдательной сети, на ее составе, технической и технологической базе. Так, в 90-е годы прошлого столетия количество пунктов наблюдений сократилось более чем в 2 раза. С начала текущего десятилетия начался процесс восстановления наблюдательной гидрометеорологической сети, в том числе открывались новые агрометеорологические посты. В 2010 г. агрометеорологический мониторинг велся на 185 пунктах (уровень 1975 г.), запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы определялись в 117 пунктах.

Важной составляющей анализа современного состояния агрометеорологической наблюдательной сети служит оценка количества агрометеорологических наблюдательных пунктов по отношению к размеру площадей сельскохозяйственных угодий в областях Казахстана. Эта характеристика может рассматриваться в качестве важного критерия при оптимизации плотности агрометеорологической наблюдательной сети. Для ее получения использованы данные Агентства по статистике РК о посевных площадях и площадях сельхозугодий в целом. На рис. 1 представлены данные о количестве АМП, приходящемся на 100 тыс. га всех сельскохозяйственных угодий (включая площадь пашни, сенокосов, пастбищ, залежи) и отдельно пашни по областям РК по состоянию на 2009 год. В первую очередь обращает на себя внимание сложившаяся к настоящему времени структура агрометеорологической наблюдательной сети, которая характеризуется значительным разбросом рассматриваемых оценок по регионам, причем наиболее низкие значения этого показателя для площадей пашни приходится на области РК, относящиеся к основным зернопроизводящим регионам страны. Например, в Северо-Казахстанской, Костанайской и Акмолинской областях на 100 тыс. га пашни приходится от 0,30...0,43 АМП. Лишь в 3-х областях этот показатель превышает 2,0 (Кызылординской, Западно-Казахстанской и Алматинской).

Говоря о возможном оптимальном количестве АМП, следует принимать во внимание не только размеры сельскохозяйственных площадей областей, но также и общую площадь их территорий, поскольку, например, одни и те же посевные площади могут приходиться на существенно различающиеся между собой общие площади территории областей РК. Так, площадь Акмолинской области составляет около 14,6 млн. га, 38 % которой (около 5 млн. га), заняты пашней. Жамбылская область имеет примерно такую же общую площадь, но под посевами сельскохозяйственных культур здесь занято только 0,8 млн. га, что составляет менее 9 % об-

щей площади земель. Другими словами, чем ниже доля посевных площадей в области, тем, очевидно, ниже степень охвата единичным АМП площади возделываемых земель из-за их дефрагментации по территории.

А



Б

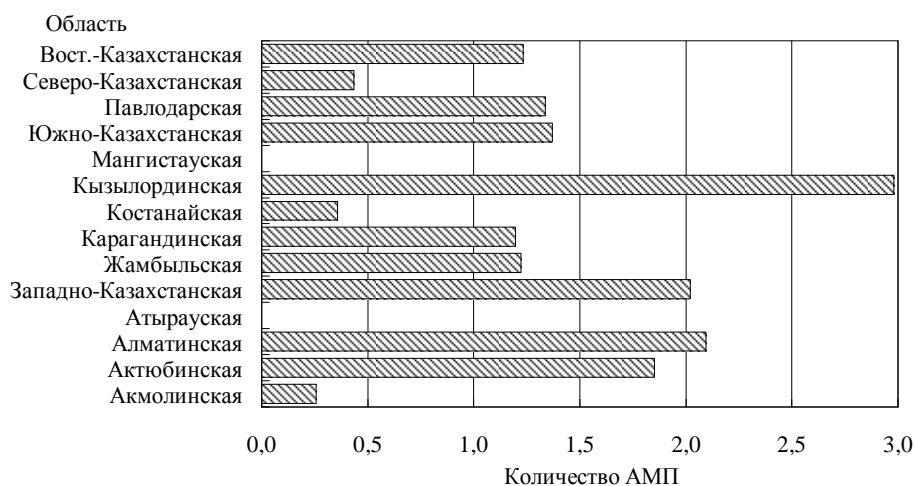


Рис. 1. Количество АМП, приходящихся на 100 тыс. га сельскохозяйственных угодий (А) и пашни (Б) по областям Казахстана.

Убедительным образом это обстоятельство отображено на рис. 2. По оси абсцисс графика отложено отношение площади пашни к общей площади территории области, выраженное в процентах, а по оси ординат – количество АМП, приходящихся на 100 тыс. га пашни. Как следует из представ-

ленного графика, существующее в настоящее время распределение АМП по областям РК в целом хорошо согласуется с вышеизложенным тезисом, а рассчитываемый по такой схеме показатель может служить формализованной оценкой необходимой базовой (минимальной) плотности агрометеорологической наблюдательной сети для каждой области РК.

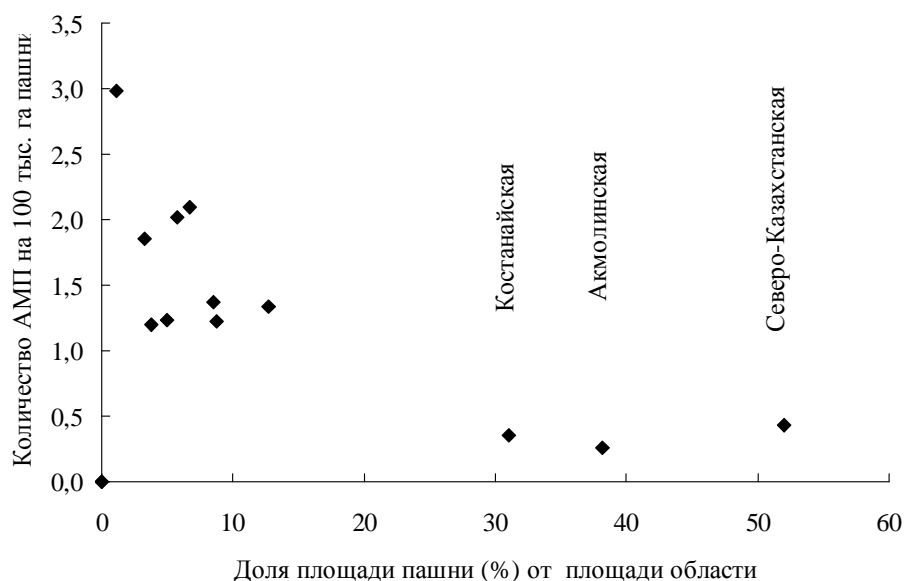


Рис. 2. Распределение АМП, приходящихся на 100 тыс. га пашни.

Уровень пространственной изменчивости отдельных контролируемых агрометеорологических показателей (например, увлажнение почвы) может достигать размеров отдельных полей, поэтому в идеале можно иметь пункты наблюдений на каждом сельскохозяйственном поле, так как наземная сеть имеет пока самый высокий уровень качества и видов наблюдений по сравнению с дистанционными методами. Однако практически это мало достижимо, поэтому необходимо создать опорную сеть наземных наблюдений, которая будет способствовать калибровке дистанционных и расчетных методов. Наземная сеть агрометеорологических наблюдений не обязательно должна быть расположена равномерно по территории областей и в целом по Казахстану, а должна быть приурочена к сельхозугодьям. В качестве критериев для определения опорной сети в каждой области использованы следующие данные по областям: о площадях и структуре сельскохозяйственных угодий и пашни, о количестве сельскохозяйственных предприятий, об агроклиматическом районирова-

нии территории Казахстана. В табл. 1 приведены некоторые статистические данные о структуре сельского хозяйства Казахстана по областям, количество существующих агрометеорологических пунктов наблюдений и минимально необходимое их количество, определенное комбинированием использованных критериев.

Таблица 1

Некоторые статистические характеристики сельского хозяйства и сети агрометеорологических наблюдений в Республике Казахстан

Область	Площадь, млн. га	Площадь с/х угодий, тыс. га	Количество АМП на 100 тыс. га с/х угодий	Необходимое количество АМП для всех с/х угодий области (столбец 2*0,25 ПМП)	Площадь пашни, тыс. га	Количество АМП на 100 тыс. га пашни	Необходимое количество АМП для пашни области (столбец 5*2 АМП)	Всего сельхоз предприятий, ед.	Необходимое количество АМП на 10 с/х предприятий с пашней от 500 до 10000 га (столбец 8*1,5 АМП)	Существующее количество АМП	Среднее значение необходимого количества АМП (по столбцам 4, 7, 9)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Акмолинская	14,6	13,2	0,11	33	5,0	0,30	101	774	68	13	67
Актюбинская	30,1	26,2	0,06	66	0,9	1,85	17	326	32	16	38
Алматинская	22,4	16,4	0,14	41	1,1	2,09	22	762	41	23	35
Атырауская	11,9	9,3	0,02	23	0,0	0,00	0	88	1	2	8
Запад.-Казахст.	15,1	12,8	0,12	32	0,7	2,02	15	260	27	15	25
Жамбылская	14,4	9,3	0,11	23	0,8	1,22	16	371	33	10	24
Карагандинская	42,8	33	0,05	83	1,3	1,20	25	196	20	15	42
Костанайская	19,6	18,1	0,11	45	5,6	0,36	112	678	65	20	74
Кызылординская	22,6	12,2	0,03	31	0,1	2,98	3	157	13	4	15
Мангистауская	16,6	12,7	0,02	32	0,0	0,00	0	46	0	3	11
Южно-Казахст.	11,7	10,3	0,12	26	0,9	1,37	18	2413	42	12	28
Павлодарская	12,5	11,2	0,17	28	1,4	1,34	28	166	16	19	24
Сев.-Казахст.	9,8	8,4	0,23	21	4,4	0,43	87	639	65	19	58
Вост.-Казахст.	28,3	22,7	0,06	57	1,1	1,23	23	405	29	14	36
Количество АМП по Казахстану				540			467		452	185	486

Рассчитанное количество пунктов наблюдений позволяет приблизить к лучшим по Казахстану такие областные показатели как: количество пунктов наблюдений на 100 тыс. га сельскохозяйственных угодий (0,25 пунктов

наблюдений, рис. 1А); количество пунктов наблюдений на 100 тыс. га пашни (2 пункта наблюдений, рис. 1Б); а также количество пунктов на количество крупных сельскохозяйственных предприятий, имеющих пашню площадью от 500 га до 10000 га. Такие предприятия преобладают в структуре всех сельскохозяйственных предприятий Казахстана и составляют от 36 % до 70 %. Использование такого показателя обусловлено тем, что, чем больше предприятий, тем, как правило, разнообразнее виды наблюдений и необходимого анализа агрометинформации. Предлагаемый минимум для последнего показателя составляет 1,5 пункта наблюдений на 10 крупных предприятий. Подход комбинирования показателей по площади всех сельхозугодий, по площади пашни и по количеству сельхозпредприятий позволяет получить оценку количества пунктов наблюдений, необходимого для выравнивания нагрузки на наблюдательную сеть по областям.

В результате получено, что в целом по территории Казахстана количество пунктов с агрометнаблюдениями желательно увеличить в 2,6 раза. При этом следует отметить, что намечаемое увеличение является первым и минимально необходимым шагом в улучшении пространственного агроклиматического мониторинга. Как уже говорилось выше, такая наземная сеть будет служить базовой для развития дистанционных и расчетных методов агрометеорологического мониторинга. Для этих целей каждый наблюдательный пункт должен иметь точную координатную привязку к метеорологической площадке, с целью корректной интеграции данных измерений, в комплексные информационно-вычислительные системы, а также для привязки данных дистанционных измерений.

Основным объектом мониторинга в агрометеорологических наблюдениях являются производственные сельскохозяйственные угодья. Соответственно, организационная структура сети должна предусматривать возможность мониторинга состояния этих угодий на обширных пространствах, обеспечивая при этом должный уровень сопряженности данных мониторинга гидрометеорологических параметров и характеристик объектов аграрного производства. Поэтому представляется целесообразным иметь вторую группу агрометеорологических наблюдений – специализированную, развиваемую в партнерстве с потребителями агрометеорологической информации. Специализированная сеть может объединять в себе виды наблюдений опытно-методического или узкоспециального назначения, производство которых организуется целевым образом с привлечением специального ресурсного обеспечения со стороны потребителей.

Говоря о развитии наземной агрометеорологической наблюдательной сети Казахстана, хотелось бы упомянуть о необходимости такого компонента сети, как водно-тепловые участки, где осуществлялся бы непрерывный круглогодичный мониторинг влажности и температуры почвы на различных глубинах. Идея таких участков в общей структуре наземных наблюдений изложена в [6]. Для Казахстана такие наблюдения очень важны с учетом высоко рискованного земледелия практически на всей его территории, а также с учетом наблюдаемого потепления климата Казахстана. Отчасти наблюдения такого рода за температурой почвы уже ведутся на метеорологической сети, и речь идет об их дополнении наблюдениями за влажностью почвы. В качестве средства измерений предлагается использовать приборы, позволяющие осуществлять непрерывный контроль влажности почвы на вертикальных уровнях метрового слоя. Предполагаемая минимальная плотность таких наблюдений может определяться из расчета, как минимум, одного водно-теплового участка на агроклиматический район области РК, т.е. всего от 2 до 6 таких участков в зависимости от того, на сколько агроклиматических районов подразделяется территория каждой области [7]. Например, территории Мангистауской и Атырауской областей включают по две зоны, Актюбинская, Северо-Казахстанская – 3, Акмолинская, Западно-Казахстанская, Кызылординская, Жамбылская, и Южно-Казахстанская – 4, Восточно-Казахстанская и Павлодарская – 5, Алматинская, Костанайская и Карагандинская – 6.

Размещаться такие участки должны на характерном для данной местности почвенном покрове с ненарушенной или малонарушенной структурой, непосредственно на метеорологической площадке либо примыкать к ней. Целевым назначением получаемых данных является их прямое использование для комплексной оценки гидротермического режима почвы и атмосферы, а также в качестве реперных калибровочных точек в разномасштабных вычислительных комплексах моделирования водно-теплового режима в системе «подстилающая поверхность – атмосфера» и при интерпретации дистанционных измерений. Проведение подобных измерений представляется весьма значимым не только для целей агрометеорологического обеспечения, но и в области мониторинга гидрологии суши.

Произошедшие с 80-ых годов прошлого века и по настоящее время количественные и качественные изменения агрометеорологической наблюдательной сети Казахстана можно охарактеризовать как настораживающие: с одной стороны, в начале текущего века произошла стабилиза-

ция количества АМП, но с другой – продолжается ухудшение структурных компонент сети, усиливается кадровый дефицит, нет развития ее технической и технологической базы. Последнее особенно опасно, поскольку ведет к углублению технологического разрыва внутри наблюдательных сетей Казгидромета, что, в свою очередь, может стать причиной потери потребительской ценности и эффективности информационных продуктов агрометеорологического назначения.

Агрометеорологический мониторинг должен представлять собой неразрывную трехкомпонентную систему – наземных агрометеорологических наблюдений, данных дистанционного зондирования сельскохозяйственных угодий и расчетных интерпретационных и прогностических методов. О необходимости комплексной системы агрометеорологического мониторинга уже с учетом современных методов и технологий информационного обеспечения аграрного сектора говорится во многих работах [3, 4, 9]. Однако в силу ряда объективных причин идея такой системы не получила должного развития на территории постсоветского пространства, включая Казахстан.

Особого внимания требует подсистема дистанционных наблюдений. Методы и технологии оценки состояния сельскохозяйственных угодий на основе данных космического зондирования Земли в настоящее время являются одним из наиболее перспективных и успешно развиваемых направлений деятельности в области агроэкологического мониторинга [2, 3, 5, 8, 10]. Активное развитие технической базы космического зондирования, технологий первичной обработки данных позволяет говорить о больших потенциальных ресурсах использования данной информации в целях агрометеорологического мониторинга. Однако использование космической информации возможно только в сочетании с наземными данными и аналитическими интерпретационными вычислительными системами.

Важной составной частью общей системы агрометеорологического мониторинга являются расчетные методы. К настоящему времени в Казгидромете сформированы и развиваются методы прогнозирования урожайности и валовых сборов основных сельскохозяйственных культур, методы агроклиматического анализа и прогноза, а также информационно-консультативные технологии прямого производственного назначения.

В каждом из перечисленных направлений получен ряд весомых результатов общенаучного и практического значения. Однако это не снижает необходимости дальнейшего углубления работ в этом направлении,

особенно в части создания комплексных аналитических и прогностических систем прикладного назначения на базе современных информационных технологий.

Рассмотренные выше предложения развития на территории Казахстана сети агрометеорологических наблюдений и мониторинга в целом носят концептуальный характер. В связи с тем, что агрокомплекс страны постоянно меняется структурно и технологически, Национальной гидрометслужбе требуется постоянное отслеживание ситуации в целях своевременного реагирования для выстраивания адекватной системы агрометеорологических наблюдений и агрометеорологического обеспечения аграрного сектора экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №3. – С. 27-37.
2. Илякова Р.М., Таплиял П.К. О возможности использования спутниковых данных в мониторинге почвенной засухи на территории Казахстана. // Гидрометеорология и экология. – 2010. - № 1. – С. 53-66.
3. Клещенко А.Д. Агрометеорологическое и агроклиматическое обеспечение аграрного сектора экономики России в современных условиях // Труды ГУ «ВНИИСХМ». – 2007. – Вып. 36. – С.3-25.
4. Клещенко А.Д. Агрометеорологическое и агроклиматические обеспечение аграрного сектора экономики России // Труды ГУ «ВНИИСХМ». – 2010. – Вып. 37. – С. 5-21.
5. Клещенко А.Д., Вирченко О.В. Технология оценки состояния посевов сельскохозяйственных культур и мониторинг засух по спутниковой информации // Труды ГУ «ВНИИСХМ». – 2006. – Вып. 35. – С. 3-31.
6. Клещенко А.Д., Долгий-Трач В.А. Стратегия развития агрометеорологической наблюдательной сети Росгидромета и совершенствования информационного обеспечения АПК России // Труды ГУ «ВНИИСХМ». – 2010. – Вып. 37. – С. 163-183.
7. Методические указания по определению влияния неблагоприятного природного явления на вегетацию сельскохозяйственных культур для определения факта наступления страхового случая (по каждому виду). – Алматы, 2006. – 23 с.
8. Муратова Н.Р., Терехов А.Г. Опыт пятилетнего оперативного мониторинга сельскохозяйственных угодий Северного Казахстана с помощью спутниковых данных // Сборник научных статей «Современные про-

блемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – Азбука-2000, 2007. – В. 4. – Т. II. – С. 295-301.

9. Пасечнюк А.Д. Состояние и перспективы развития наземных агрометеорологических наблюдений // Метеорология и гидрология. – 1985. – №8. – С. 97-102.
10. Терехов А.Г., Кауазов А. Подспутниковый MODIS-ориентированный анализ информативности вегетационных индексов в задаче описания состояния яровой пшеницы Северного Казахстана // Сборник научных статей «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – Азбука-2000, 2007. – В.4. – Т. II. – С. 370-375.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ ЖЕЛІСІН ДАМУ СҰРАҒЫНА

Геогр. ғылымд. канд. С.А. Долгих

РМК «Казгидромет» агрометеорологиялық бақылау желісінің қазіргі жағдайы талданады. Барлық ауыл шаруашылық жайылымдарының ауданына қатысты бақылау пункттерінің саны, шабындық ауданы және ауылшаруашылық өнеркәсіптер саны сияқты көрсеткіштерді қиыстыру негізінде агрометеорологиялық бақылау жер бетіндегі желісін ықшамдауға ұсыныстар өңделген.

УДК 551.515:532.5.18

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕРЕНОСИМОГО ВЕТРОМ ПЕСКА ПО ВЫСОТЕ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА

Канд. техн. наук И.Г. Гуршев
Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семёнов

Приводится решение уравнения турбулентной диффузии тяжелой примеси для определения вертикального профиля концентрации песка в ветропесчаном потоке. Полученная функция для его описания в пограничном слое ветропесчаного потока $C(z) = Az^b \exp(-\alpha z)$ переходит, при выполнении определенных условиях, в известный профиль для концентрации примеси в приземном слое атмосферы при пыльных бурях Баренблатта-Голицына $C(z) = C_1(z/z_1)^{-\beta}$.

Для простоты решение поставленной задачи рассмотрим для стационарного плоского потока в двухмерной системе координат, в которой ось ОХ имеет положительное направление по направлению вектора скорости ветра и проходит по песчаной поверхности. Вертикальная ось ОZ направлена вверх от поверхности частиц песка. Ось ОУ перпендикулярна осям ОХ и ОZ. Начало системы координат находится на поверхности верхнего слоя частиц.

В работах [5, 6] экспериментально показано существование двух различных зависимостей для описания вертикального распределения массовой концентрации $C(z)$ частиц песка в пограничном слое ветропесчаного потока. В слое воздуха до некоторой высоты z_1 вертикальное распределение концентрации песка описывается функцией

$$C(z) = Az^b \exp(-\alpha z),$$

причем A , b , α – определяются параметрами ветропесчаного потока, z – координата. Выше этого слоя концентрация песка аппроксимируется степенной функцией

$$C(z) = C_1(z/z_1)^{-\beta},$$

где C_1 – концентрация песка на высоте z_1 , β – функция отношения $\frac{w_g}{u_*}$,

где w_g – скорость гравитационного падения частиц песка, u_* – динамическая скорость [1, 3, 5, 6].

Пульсации давления над песчаной поверхностью создают вертикальные потоки воздуха с начальной постоянной скоростью w_0 , не зависящей от координат x, z .

В дальнейшем предполагаем, что изменение вертикальной скорости таких потоков происходит по зависимости

$$w = w_0 - C_2 z = w_0 - C_2 x_0 \frac{z}{x_0} = w_0 - C_2 x_0 \tilde{z}, \quad (1)$$

где C_2 – постоянная с размерностью, обратной времени; x_0 – средний геометрический размер частиц песка на поверхности [6], z – координата по оси OZ; \tilde{z} – безразмерная координата.

Из зависимости (1) вытекает, что такое распределение скорости потока воздуха действует в слое определенной высоты. Высота слоя воздуха \tilde{z}_1 , в котором выполняется предложенное равенство (1),

определяется условием $w=0$, из которого находим $\tilde{z}_1 = \frac{w_0}{C_2 x_0}$. Это

согласуется с экспериментально обнаруженным существованием слоев ветропесчаного потока с различными закономерностями распределения концентрации песка по вертикали [5, 6].

Для решения поставленной задачи воспользуемся уравнением турбулентной диффузии, записанного для плоскости $X O Z$ [3]

$$u \frac{\partial C}{\partial x} + (w - w_g) \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_c \frac{\partial C}{\partial z} \right), \quad (2)$$

где u, w – компоненты скорости ветра вдоль координатных осей OX, OZ; w_g – скорость гравитационного падения частиц песка; C – массовая концентрация тяжелой примеси; K_c – коэффициент турбулентности для примеси; z – координата.

Так как скорость w_g зависит от размера частиц песка [6], а не от координат, то слагаемые в левой части уравнения (2) можно представить следующим образом

$$u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial u C}{\partial x} - C \frac{\partial u}{\partial x}, \quad (3)$$

$$(w - w_g) \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} (w - w_g) C - C \frac{\partial (w - w_g)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} (w - w_g) C - C \frac{\partial w}{\partial z}. \quad (4)$$

Таким образом, уравнение (2) имеет вид

$$\frac{\partial u C}{\partial x} + \frac{\partial (w - w_g) C}{\partial z} - C \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_c \frac{\partial C}{\partial z} \right). \quad (5)$$

Для дальнейших рассуждений используем уравнение неразрывности среды. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости имеет вид

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad \text{которое при } \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \quad \text{преобразуется в равенство}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad \text{Таким образом, мы получаем в уравнении (5) в третьем}$$

слагаемом один из множителей равным 0, т.е. все третье слагаемое в левой части равенства (5) равно 0.

Как следует из уравнения (2) величина C является функцией координат x и z . В проекции уравнения (5) на ось OZ произведение $u(x,z)C(x,z)$ в уравнении (5), ввиду того, что измерения проводятся в начале системы координат ($x=0$) и вдоль оси OZ , становится таким: $uC = u(0,z)C(0,z)$. Следовательно произведение является функцией координаты z .

Тогда $\frac{\partial u C}{\partial x} = 0$ в силу независимости координат x и z .

В итоге получаем следующее равенство

$$\frac{d(w - w_g) C}{dz} = \frac{d}{dz} \left(K_c \frac{dC}{dz} \right). \quad (6)$$

После интегрирования уравнения (6) имеем такие равенства

$$(w - w_g) C = K_c \frac{dC}{dz} + C_3, \\ \frac{dC}{dz} - \frac{(w - w_g)}{K_c} C + \frac{C_3}{K_c} = 0, \quad (7)$$

где C_3 – постоянная интегрирования.

Уравнение (7) является линейным дифференциальным уравнением первого порядка. Его решение известно [2]. В нашем случае будем искать

частное решение уравнения (7), которое можно определить, если принять $C_3 = 0$, т.е. будем решать следующее уравнение

$$\frac{dC}{dz} - \frac{(w - w_g)}{K_c} C = 0, \quad (8)$$

при выполнении граничных условий: $z = 0, C = 0$.

В соответствии с работой [6] вводим безразмерные координаты $\tilde{z} = z/x_0, \tilde{C} = C/C_m$, при этом C_m наибольшая концентрация частиц песка на некоторой высоте z . Необходимо также иметь в виду, что величина C_m принимается постоянной. Однако необходимо отметить, что C_m может зависеть от многих других переменных, а не только от координат.

Использование безразмерных координат позволяет преобразовать уравнение (8) и получить такие выражения

$$\begin{aligned} \frac{C_m d\tilde{C}}{x_0 d\tilde{z}} - \frac{(w - w_g)}{K_c} C_m \cdot \tilde{C} &= 0, \\ \frac{d\tilde{C}}{x_0 d\tilde{z}} - \frac{(w - w_g)}{K_c} \cdot \tilde{C} &= 0. \end{aligned} \quad (9)$$

При выводе уравнения (9) было учтено, что $C_m \neq 0$.

Относительно коэффициента турбулентной диффузии для примеси K_c считаем, что эта величина пропорциональна коэффициенту турбулентной диффузии для количества движения K воздушного потока, т.е. $K_c = bK$ (b – безразмерная постоянная). Известно, что в приземном слое воздуха величина K является линейной функцией координаты z .

$$K = \kappa \cdot u_* \cdot z = \kappa \cdot u_* \cdot x_0 \cdot \tilde{z},$$

где $\kappa = 0,4$ – постоянная Кармана, u_* – динамическая скорость.

Используя предположение (1) находим равенства

$$\frac{w - w_g}{K_c} = \frac{w_0 - w_g}{b \kappa u_* x_0 \tilde{z}} - \frac{C_2}{b \kappa u_*}, \quad (10)$$

$$\frac{d\tilde{C}}{\tilde{C}} = \left(\frac{w_0 - w_g}{b \kappa u_* \tilde{z}} - \frac{C_2 x_0}{b \kappa u_*} \right) d\tilde{z}. \quad (11)$$

Из имеющихся постоянных можно составить постоянную величину, имеющую размерность, обратную времени, т.е. величину

w_g/x_0 . Допустим, что постоянная C_2 пропорциональна w_g/x_0 , т.е.

$C_2 = A_1 \frac{w_g}{x_0}$ (A_1 – безразмерная постоянная). Введем обозначения для

групп постоянных, т.е.

$$B = \frac{w_0 - w_g}{b \kappa u_*}, \quad D = \frac{C_2 x_0}{b \kappa u_*} = \frac{A_1 w_g x_0}{b x_0 \kappa u_*} = E \frac{w_g}{u_*}, \quad E = \frac{A_1}{b \kappa},$$

так как считаем величину динамической скорости u_* постоянной для данных метеорологических условий.

Величину B можно представить так: $B = N \frac{w_g}{u_*}$, $N = \frac{(w_0/w_g) - 1}{b \kappa}$.

Отметим, что постоянные B и D являются так же безразмерными. Значит уравнение (11) преобразуется к такому виду

$$\frac{d\tilde{C}}{\tilde{C}} = \left(\frac{B}{\tilde{z}} - \frac{E w_g}{u_*} \right) d\tilde{z}. \quad (12)$$

Интегрирование уравнения (12) дает зависимость

$$\ln \tilde{C} = B \ln \tilde{z} - \frac{E w_g}{u_*} \tilde{z} + C_4, \quad (13)$$

где C_4 постоянная интегрирования.

Выбираем её в виде $C_4 = \ln C_5$ и получаем такие соотношения

$$\ln \frac{\tilde{C}}{C_5} = \ln \tilde{z}^B - \frac{E w_g}{u_*} \tilde{z},$$

$$\tilde{C} = C_5 \tilde{z}^B \exp\left(-\frac{E w_g}{u_*} \tilde{z}\right),$$

$$C = C_5 C_m \left(\frac{z}{x_0}\right)^B \exp\left(-E \frac{w_g}{u_*} \cdot \frac{z}{x_0}\right),$$

$$\tilde{C} = C_5 C_m \left(\frac{z}{x_0}\right)^{\frac{N w_g}{u_*}} \exp\left(-E \frac{w_g}{u_*} \cdot \frac{z}{x_0}\right). \quad (14)$$

Полученная зависимость (14) удовлетворяет вышеупомянутым граничным условиям. Найденная формула (14) по структуре выражения совпадает с экспериментально обнаруженными распределениями

концентрации песка по вертикали в пограничном слое ветропесчаного потока в аэродинамической трубе и в полевых условиях [5, 6].

Рассмотрим следствие, вытекающее из зависимости (14). При полном отсутствии вертикальных воздушных потоков в условиях нейтральной стратификации атмосферы имеем $w = 0$, в подавлении вертикальных воздушных потоков в приповерхностном слое воздуха имеем $w = 0, w_0 = 0, A_1 = 0$. Применение этих условий к формуле (14) дает

$$B = -\frac{w_g}{b \kappa u_*}, E = 0. \text{ В этом случае зависимость (14) становится такой}$$

$$C = C_5 C_m \left(\frac{z}{x_0} \right)^{-\frac{w_g}{b \kappa u_*}}. \quad (15)$$

Для высоты z_1 зависимость (15) будет иметь следующий вид

$$C_1 = C_5 C_m \left(\frac{z_1}{x_0} \right)^{-\frac{w_g}{b \kappa u_*}}. \quad (16)$$

Поделив равенство (15) на равенство (16), получим

$$\frac{C}{C_1} = \left(\frac{z}{z_1} \right)^{-\frac{w_g}{b \kappa u_*}}, \quad (17)$$

где C_1 – концентрация песка на высоте z_1 .

Таким образом, зависимость (14) переходит в степенную функцию (17). В заключение отметим, что зависимость (17) имеет достаточное теоретическое обоснование [1, 4, 7]. Следовательно, в приземном слое атмосферы во время песчаной бури могут существовать два слоя воздушно-песчаного потока с различными вертикальными распределениями концентрации песка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баренблатт Г.И., Голицын Г.С. Локальная структура развитых пыльных бурь. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 44 с.
2. Бронштейн И.М., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. – М.: Наука, 1981. 720 с.
3. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г.Н. Чичасова. – Л. Гидрометеоиздат, 1990. - 277 с.

4. Прандтль Л. Гидроаэродинамика. –2-е изд. Пер. с нем. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1955. – 575 с.
5. Семенов О.Е. О массовой концентрации частиц песка в пограничном слое ветропесчаного потока // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №2. – С. 7-27.
6. Семенов О.Е. О физическом содержании параметров профилей массовой концентрации частиц в пограничном слое ветропесчаного потока // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №1. – С. 11-21.
7. Barenblatt G.I., Golitsyn G.S. Local structure of Matyre Dust Storms // J. of the Atmospheric Sciences.- 1974 - Vol. 31, № 7. - P. 1917 - 1933.

КазНИИЭК, г. Алматы

**ЖЕР БЕТІНДЕГІ АУА ҚАБАТЫ БИТІГІНДЕ ЖЕЛМЕН
АУЫСАТЫН ҚҰМ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН БӨЛШЕКТЕУ
МАҚСАТЫН ШЕШУ**

Физ.-мат. ғылымд. канд. И.Г. Гуршев
Физ.-мат. ғылымд. канд. О.Е. Семенов

Құмдыжел ағынындағы құм концентрациясының тік профилін анықтауға арналған ауыр қоспалардың турбулентті диффузиясы теңдеуінің шешімі келтірілген. Құмдыжел ағынының шекаралық қабатындағы оны сипаттау үшін алынған функциясы $C(z) = Az^b \exp(-\alpha z)$ белгілі бір жағдайды орындағанда Баренблатта-Голицынның шаңды дауылындағы жер беті ауа қабатындағы қоспалар концентрасиясының белгілі профиліне ауысады $C(z) = C_1(z/z_1)^{-\beta}$.

УДК 551.501.721

ОСОБЕННОСТИ ПРИТОКА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИЮ КАЗАХСТАНА ЛЕТОМ И ЗИМОЙ

К.И. Десятова

В статье дана оценка потоков солнечной радиации на перпендикулярную лучам (S) и горизонтальную (S') поверхности по данным восьми метеорологических станций: Айдарлы, Алматы ГМО, Аральское Море, Жезказган, Рудный, Семипалатинск, Уральск, Селезневка. На станциях Селезневка, Семипалатинск, Жезказган, Рудный потоки S' и S уменьшились в среднем на 4,2 %. На оставшихся станциях S' и S возросли на 5,3 %.

Производительные силы общества стремятся к использованию естественных ресурсов природной среды. Одним из таких ресурсов является солнечная радиация, определяющая развитие всех процессов, происходящих в географической оболочке Земли.

При прохождении через атмосферу, часть лучистой энергии Солнца поглощается ею, часть рассеивается. Коротковолновое излучение Солнца до поверхности Земли доходит в виде прямой (S) и рассеянной радиации.

Интенсивность прямой солнечной радиации зависит от следующих факторов: излучательной способности солнца, изменения расстояния между землей и солнцем, изменения прозрачности атмосферы, угла падения радиации. В результате рассеяния радиации на молекулах воздуха и аэрозолях, а также вследствие селективного поглощения радиации компонентами воздуха и его примесями, значения прямой радиации, приходящей к подстилающей поверхности, значительно изменяются по сравнению со значениями ее вне атмосферы [5].

Положение Казахстана в умеренных широтах (40...55 °с.ш.), а также небольшая в среднем величина покрытия неба общей и особенно нижней облачностью определяет высокие значения притока солнечной радиации на его территорию.

Циркуляция больших масштабов, а также влияние рельефа местности приводит к тому, что облачные системы наиболее вероятны в северных районах республики и на крайнем юго-востоке, где существенное

влияние оказывают горы. В летнее время (июнь – август) пустынные районы и юг Казахстана получают прямую солнечную радиацию в течение почти всего светлого времени [7].

Проведена оценка потоков солнечной радиации на перпендикулярную лучам (S) и горизонтальную (S') поверхности по территории Казахстана в период с 2004 по 2008 гг. в центральные месяцы зимы и лета: январе, июле. Исходными данными при исследовании служили потоки прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность по данным восьми метеорологических станций (М): Айдарлы, Алматы ГМО, Аральское Море, Жезказган, Рудный, Семипалатинск, Уральск, Селезневка.

Потоки солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности изменяются в широких пределах. В различных пунктах указанные потоки имеют достаточно хорошо выраженный суточный и годовой ход.

Суточный ход потоков прямой солнечной радиации. С момента восхода солнца его высота увеличивается до полудня, достигая максимальной величины в полдень, после чего начинает уменьшаться до исчезновения солнца за горизонтом.

Как известно [2, 3] по мере увеличения высоты солнца масса атмосферы, проходимая солнечным лучом уменьшается. Следовательно, потоки прямой солнечной радиации увеличиваются от восхода до полудня непрерывно, а затем от полудня до захода небесного светила – уменьшаются (рис. 1).

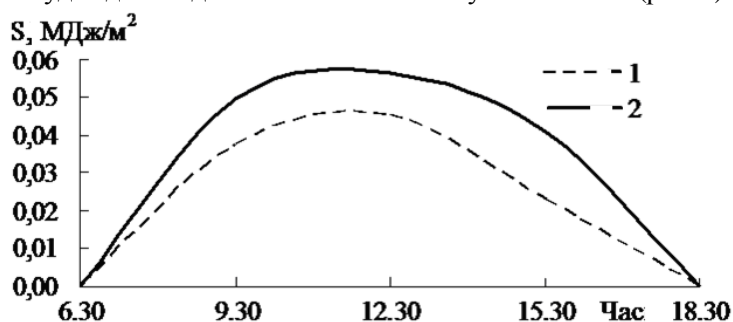


Рис.1. Суточный ход прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность 11 января. 1 – М Уральск 2008 г., 2 – М Айдарлы 2005 г.

На рис. 1 представлен суточный ход прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность в январе, с максимумом в полуденные часы для М Уральск, ($0,046 \text{ МДж/м}^2$) и М Айдарлы ($0,06 \text{ МДж/м}^2$). В данном случае станции были выбраны таким образом, чтобы показать разли-

цу прихода радиации, связанную в первую очередь с географическим положением представленных станций.

Продолжительность дня в различные сезоны года и для разных широт различна. Пример изменения величин S' и S в суточном ходе января и июля М Алматы (среднее значение 2004...2008 гг.) представлен на (рис. 2).

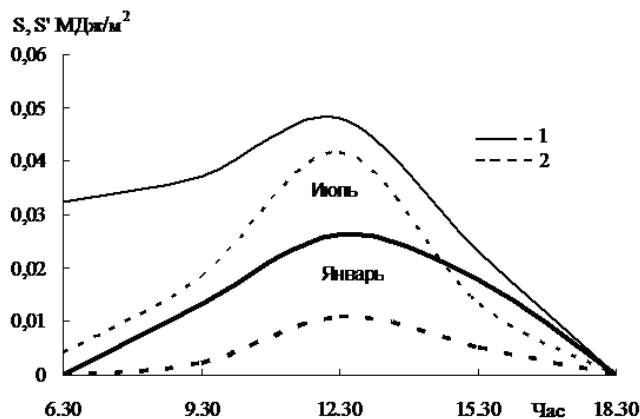


Рис. 2. Суточный ход прямой солнечной радиации для М Алматы в июле и январе на перпендикулярную поверхность (1), на горизонтальную поверхность (2).

Здесь к июлю относятся две верхние кривые, а к январю – нижние. Продолжительность дня в июле около 15 часов. День длинный, восход солнца приходится примерно на 4 часа 30 минут, заход солнца наступает около 19 часов 30 минут [4]. Разность между количеством S' и S довольно велика в утренние и вечерние часы и значительно уменьшается к полудню, так как высота солнца в полдень наибольшая. В июле она достигает 65° . Зимой ситуация изменяется: в январе солнце восходит в 7 часов 20 минут заходя в 16 часов 40 минут, таким образом день продолжается около 9 часов 20 минут. Высота солнца в полдень в январе составляет всего 25° , вследствие этого возникает существенная разница между количеством радиации, падающей на перпендикулярную и горизонтальную поверхность.

В годовом ходе минимальные величины солнечной радиации приходятся на зимнее солнцестояние, а максимальные – на летнее, когда солнце достигает наибольшей высоты над горизонтом. Внутригодовой ход сумм S' и S представляет собой особый интерес, поскольку, если он представлен за какой-либо промежуток времени, то представляет собой характеристику радиационного климата. Здесь проанализированы 2 временных периода: с 1962 по 1980 гг. и современный период 2004...2008 гг.

Зима. Анализ характеристик сумм средних многолетних значений S' и S (табл. 1) 1962...1980 гг. по данным [4] показал, что максимальный приток S за сутки (месяц) в январе наблюдается на М Айдарлы 17,4 МДж/м² (540 МДж/м²), минимум S' на М Рудный со значением 10,1 МДж/м² (314 МДж/м²). Наибольшие значения также приходятся на М Айдарлы – 5,6 МДж/м² (173 МДж/м²), минимум – М Рудный 2,2 МДж/м² (68 МДж/м²).

По данным о притоке S за современный период, были рассчитаны значения S' , которые представляют собой количество лучистой энергии, падающей на плоскость и зависят от угла, составляемого направлением потока лучистой энергии с этой плоскостью. Эту зависимость выражают формулой, по которой и производился расчет [6].

$$S' = S \cdot \sin h_0, \quad (1)$$

где S' – потоки солнечной радиации на горизонтальную лучам поверхность, S – потоки солнечной радиации на перпендикулярную лучам поверхность, h_0 – высота Солнца над горизонтом.

В продолжении вычислены суточные и месячные суммы S' и S . Такие вычисления дают приближенные значения месячных сумм радиации с точностью порядка 10 %. Однако они позволяют получить месячные суммы радиации при отсутствии на станции регистрирующих приборов или при длительных перерывах регистрации в случае выхода из строя самописцев. Расчет производился по следующим формулам [6]:

$$\sum_{сут} S = \frac{S_1}{2} \tau_1 + \sum_{мес} S \left(\frac{S_1}{2} + S_2 + S_3 + S_4 + \frac{S_5}{2} \right) + 180 + \frac{S_5}{2} \tau_2, \quad (2)$$

$$\sum_{мес} S = N \sum_{сут} S, \quad (3)$$

где S_1 – средняя месячная интенсивность прямой радиации в первый срок, S_2 – средняя месячная интенсивность прямой радиации во второй срок, S_n (в данном случае S равно 5) – интенсивность радиации в последний срок, τ_1 – промежуток времени между восходом солнца и первым сроком, выраженный в минутах, τ_2 – промежуток времени между последним сроком наблюдения и заходом солнца, выраженный в минутах, N – число календарных дней в месяце.

В табл. 1 представлены результаты расчетов сумм солнечной радиации. Здесь хорошо видно, что за период 2004...2008 гг. в январе, на 78 % рассматриваемой территории потоки S' и S увеличились по сравнению с периодом 1962...1980 гг. и на 4 % в среднем. Согласно исследованиям [1] изменения прямой солнечной радиации могут быть связаны с прозрачностью стратосферы, определяемой концентрацией стратосферного аэрозоля. Неоднократно отмечалось совпадение увеличения прямой солнечной радиации с уменьшением средней концентрации сульфатных ионов в стратосферных аэрозолях. Изменение же концентрации стратосферного аэрозоля связывают в первую очередь с вулканической деятельностью. Нельзя забывать и о влиянии других, более сложных связей с солнечной активностью и космическими факторами.

Таблица 1

Среднегодовое суммарное количество солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхность в январе, МДж/м²

Станция	За период 1962...1980 гг.				За период 2004...2008 гг.			
	S		S'		S		S'	
	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц
Айдарлы	17,4	540	5,6	173	17,3	536	5,5	168
Алматы, ОГМС	12,1	375	3,9	122	11,9	369	3,6	114
Аральское Море	15,3	474	4,3	134	16,8	519	4,6	143
Жезказган	14,9	462	4,1	126	15,1	463	4,2	129
Рудный	10,1	314	2,2	68	11,2	335	2,4	73
Семипалатинск	11,9	369	3,0	93	13,0	405	3,2	99
Уральск	10,7	331	2,6	79	12,1	375	2,7	83
Селезневка	11,1	343	2,9	92	12,3	380	3,2	99
среднее	12,9	401	3,6	111	13,6	421	3,7	113

Лето. На это время года приходится летнее солнцестояние. Следовательно, значения потоков прямой солнечной радиации в данном сезоне наибольшие в году (Табл. 2).

В центральном месяце сезона июле максимальный приток солнечной радиации за период 1962...1980 гг. за сутки (за месяц) на перпендикулярную поверхность приходится на М Аральское Море равный 33,5 МДж/м² (1038 МДж/м²), минимум на М Рудный со значением 28,5 МДж/м² (885 МДж/м²). Горизонтальная поверхность в данном случае получает максимум на М Айдарлы 22,9 МДж/м² (710 МДж/м²), минимум – М Рудный 17,5 МДж/м² (543 МДж/м²).

Расчеты за современный период показали что, максимум и минимум приходится на те же станции, что и в первый период, но немного с иными значениями. Распределение прямой солнечной радиации здесь весьма неоднозначно. На одних станциях произошло увеличение, на других уменьшение потоков S' и S . Можно сказать, что станции разделились на 2 группы (рис. 3). М Селезневка, М Семипалатинск, М Жезказган, М Рудный на этих станциях потоки S' и S уменьшились в среднем на 4,2 %. На оставшихся станциях S' и S возросли на 5,3 %.

Таблица 2

Среднемноголетние суммы солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхность в июле, МДж/м²

Станция	За период 1962...1980 гг.				За период 2004...2008 гг.			
	S		S'		S		S'	
	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц
Айдарлы	33,6	1027	22,9	710,0	35,6	1097	24,0	763
Алматы, ОГМС	30,1	934	20,3	629	31,9	989	20,4	630
Аральское Море	33,5	1038	21,8	676	36,1	1117	23,2	720
Жезказган	33,1	1026	20,9	648	32,8	1017	20,0	607
Рудный	28,5	885	17,5	543	27,4	822	17,0	513
Семипалатинск	29,5	916	19,6	607	27,7	859	18,2	569
Уральск	33,1	1026	20,9	648	32,8	1017	20,0	607
Селезневка	31,3	972	20,0	620	30,6	950	19,8	616
Среднее	31,1	962	20,1	624	31,7	981	20,1	623

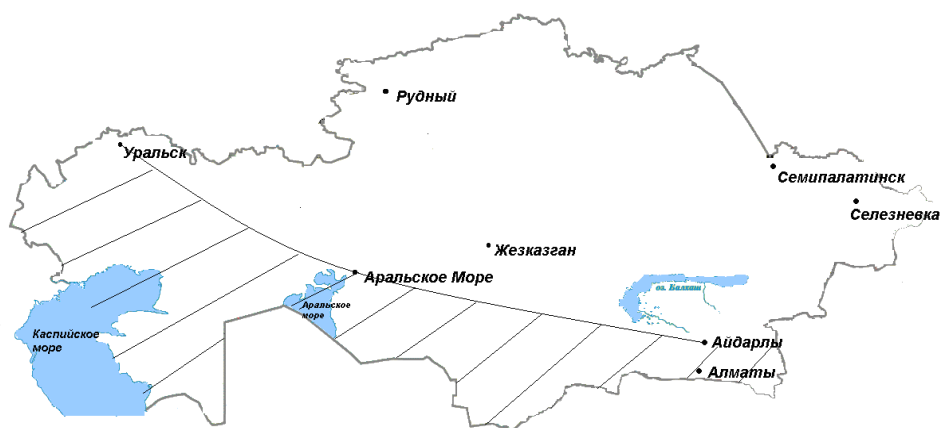


Рис. 3. Карта-схема, рассматриваемых метеорологических станций.

Заштрихованная область на рис. 3 включает те станции, на которых произошло увеличение исследуемых потоков. Выявить причину такого распределения довольно непростая задача. Связано это в первую очередь с тем, что факторов влияющих на распределение солнечной радиации немало и отдельные из них изучены не в полной мере, а каждая из этих станций имеет свои особенности.

Результаты проведенной оценки могут быть использованы на практике для решения прикладных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Будыко М.И. Изменение климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
2. Калитин Н.Н. Актинометрия. – Л.-М.: Гидрометиздат, 1938. – 324 с.
3. Кондратьев К.Я. Актинометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 692 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3 Многолетние данные. Выпуск 18. Книга 1,3 – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 607 с.
5. Пивоварова З.И. Радиационные характеристики климата СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 335 с.
6. Руководство гидрометеорологическим станциям по актинометрическим наблюдениям. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 223 с.
7. Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 368 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ЖАЗДА ЖӘНЕ КҮЗДЕ ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНА КҮН РАДИАЦИЯСЫНЫҢ ТҮСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

К.И. Десятова

Мақалада Айдарлы, Алматы ГМО, Арал теңізі, Жезқазған, Рудный, Семей, Орал, Селезневка сегіз метеорологиялық стансалар мәліметтерінен перпендикулярлы сәулелерге (S) және горизонтальды беттерге (S') күн радиациясының ағынын бағалау келтірілген. Селезневка, Семей, Жезқазған, Рудный стансаларында S' және S орташа 4,2 %-ға төмендеген. Қалған стансаларда S' және S 5,3 % артқан.

УДК 551.501: 629.195.1

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ ОБЪЕМНОГО
КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ
АТМОСФЕРНЫМИ ГАЗАМИ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ КАЗАХСТАНА**

Доктор техн. наук А.Х. Ахмеджанов
А.Н. Искаков

Рассмотрены изменения вертикальных профилей объемного коэффициента поглощения ИК-излучения атмосферными газами над территорией Казахстана. Наиболее чувствительным к температурным вариациям газом является CO₂. С повышением температуры объемный коэффициент поглощения метана, закиси азота, паров воды и озона уменьшается, а для двуокиси углерода, наоборот – повышается.

Термическое зондирование атмосферы в надир основывается на данных, получаемых многоканальными спектрорадиометрами высокого разрешения (~0,001 см⁻¹), регистрирующими тепловое излучение атмосферы в различных спектральных диапазонах, позволяющие восстанавливать температурный профиль атмосферы с большей точностью и более точным высотным разрешением без использования априорной информации. Это дает возможность для численного моделирования физических параметров атмосферы с использованием температурных профилей для реальных экосистем.

Успехи экспериментальной и теоретической молекулярной спектроскопии высокого и сверхвысокого разрешения позволили создать компьютерные базы (атласы) параметров спектральных линий атмосферных и примесных газов (HITRAN, GEISA) [6]. Появились теоретические методики и комплексы программ для количественного моделирования сложных многофакторных задач спектроскопии атмосферы (например, программы LOWTRAN, MODTRAN, FASCODE, различные информационные системы) [5].

При наблюдении атмосферы со спутника в надир, выражение для спектральной плотности яркости атмосферы в общем случае в условиях чистого неба имеет вид [2]:

$$I_{\nu}^{\uparrow} = \varepsilon_{\nu} B_{\nu}(T_0) \exp\left(-\int_0^H k_{\nu}^{abs} dh\right) + (1 - \varepsilon_{\nu}) I_{\nu}^{\downarrow} \exp\left(-\int_0^H k_0^{abs} dh\right) + \int_0^H k_{\nu}^{abs} B_{\nu} \exp\left(-\int_h^H k_{\nu}^{abs} dh'\right) dh,$$

где k_v^{abs} – коэффициент поглощения излучения компонентами атмосферы, B_v – спектральная плотность яркости черного тела, ε_v – излучательная способность земной поверхности, H – верхняя граница атмосферы, I_v^\downarrow – спектральная плотность энергетической яркости атмосферы в направлении земной поверхности:

$$I_v^\downarrow = \int_0^H k_v^{abs} B_v \exp\left(-\int_0^h k_v^{abs} dh'\right) dh.$$

Коэффициент поглощения включает в себя: 1) коэффициент поглощения газовыми составляющими, который вычисляется с помощью суммирования по спектральным линиям (line-by-line) с использованием параметров известной спектральной базы данных HITRAN; 2) коэффициент ослабления аэрозольными компонентами атмосферы; 3) коэффициент непрерывного поглощения водяным паром:

$$k_v^{abs} = k_v^{gas} + k_v^{aerosol} + k_v^{cont}.$$

Для безоблачной и малоаэрозольной атмосферы, можно ограничиться только k_v^{gas} :

$$k_v^{gas} = N_0(h) \sum_{i=1}^{N_g} n_i(h) \sum_k r_{ik}(h) \sum_j S_{ijk}(T(h)) \Phi_{ijk}(v_{ijk} - \nu, T(h), p(h)),$$

где $p(h), T(h), N_0(h) = p(h)/(k_b T(h))$ – давление, температура и концентрация молекул на высоте h соответственно, $n_i(h)$ – относительная концентрация i -го газа, $r_{ik}(h)$ – распространенность k -го изотопа i -го газа, S_{ijk} – интенсивность j -ой спектральной линии, Φ_{ijk} – контур линии.

В предыдущей работе [1] на основе спектрометрической базы данных HITRAN моделировался спектральный объемный коэффициент поглощения ИК-излучения данного сорта атмосферного газа для реальных сезонных температурных профилей над выделенной территорией Западного Казахстана.

В этой работе продолжается изучение поглощательных свойств атмосферных газов для различных участков территории Казахстана, условно названных: «N» (Север), «E» (Восток), «S» (Юг), «C» (Центр) и «W» (Запад).

Моделирование объемного коэффициента поглощения (ОКП) излучения основано на использовании лабораторных спектров высокого разрешения (0,01) изучаемых газов, зависимости спектра поглощения от сорта газа, температуры, давления, объемной концентрации газа в смеси. Для приведения смоделированного спектра высокого разрешения к спектру, регистрируе-

мого реальным сенсором низкого разрешения, используется стандартная численная процедура свертки спектра (конволюция), основанная на использовании аппаратных функций сенсора. Смоделированный спектр ОКП приводился к «реальному» спектру при помощи аппаратной функции конкретного канала сенсора MODIS [3] и процедуры свертки спектра.

Для каждой изучаемой территории по спутниковым данным AIRS [4], вычислялись средние по сезонам за 2008 год температурные профили $P(T)$. При этом оказалось, что в каждом рассматриваемом случае температурные профили для весеннего и осеннего сезонов, расположены приблизительно на равном расстоянии от температурных профилей для зимнего и летнего сезонов.

Поэтому моделирование спектров ОКП проводилось только для температурных профилей зимнего и летнего сезонов. Как и ожидалось, вариации, обусловленные «территориальным» фактором, проявляются на «размытии» температурных профилей (рис. 1).

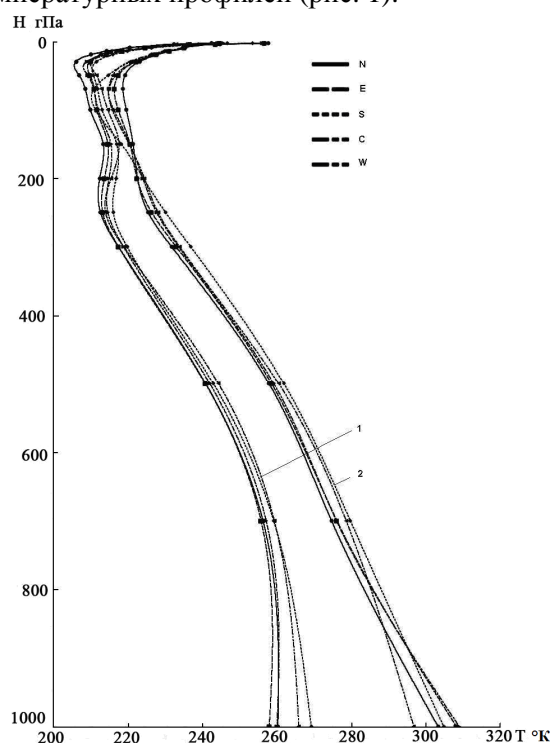


Рис. 1. Зимние (1) и летние (2) профили температуры для участков «N», «E», «S», «C» и «W» территории Казахстана (по данным AIRS).

Сезонный разброс $(t_{зима} - t_{лето})/t_{зима}$ профилей в диапазоне высот 250...750 гПа составляет 6...8 %, с приближением к поверхности Земли раз-

брос постепенно увеличивается до 12...20 %. Разброс профилей, обусловленный территориальными различиями выбранных участков, составляет 1...2 % для высот 250...750 гПа и около 8 % – у поверхности Земли.

На рис. 2 и 3 представлены численные результаты для сезонных профилей $k [m^{-1}]$ излучения водяным паром и озоном соответственно. Численное моделирование ОКП для остальных рассматриваемых газов дает монотонный спад с ростом высоты: для N_2O $k [m^{-1}]$ изменяется от $(7,3...9) \cdot 10^{-4} m^{-1}$ у поверхности Земли до $0 m^{-1}$ на границе атмосферы. Соответственно $k [m^{-1}]$ изменяется: для CH_4 $(9,5...10,5) \cdot 10^{-4} \rightarrow 0 m^{-1}$, для CO_2 $(12...15,5) \cdot 10^{-3} \rightarrow 0 m^{-1}$.

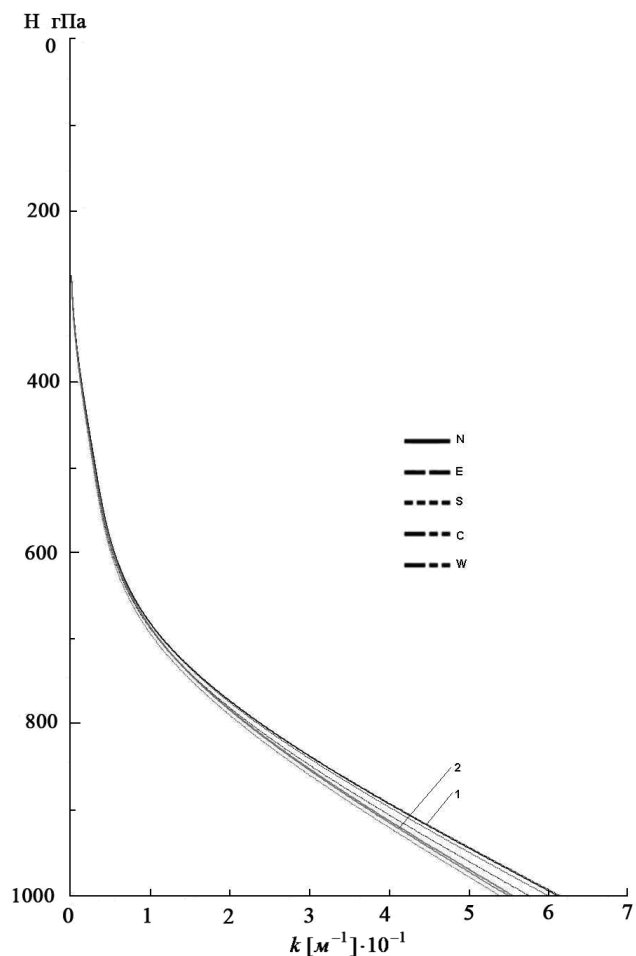


Рис. 2. Вертикальный зимний (1) и летний (2) профили ОКП излучения водяным паром.

Интересно отметить, что профиль ОКП для водяного пара экспоненциально уменьшается с ростом высоты, в случае озона выявляется максимум ОКП на высоте 50 гПа (20...25 км), а для CO₂, несмотря на постоянство объемной концентрации от поверхности Земли (1000 гПа) до рассматриваемой высоты 3 гПа (40 км), наблюдается плавный спад ОКП.

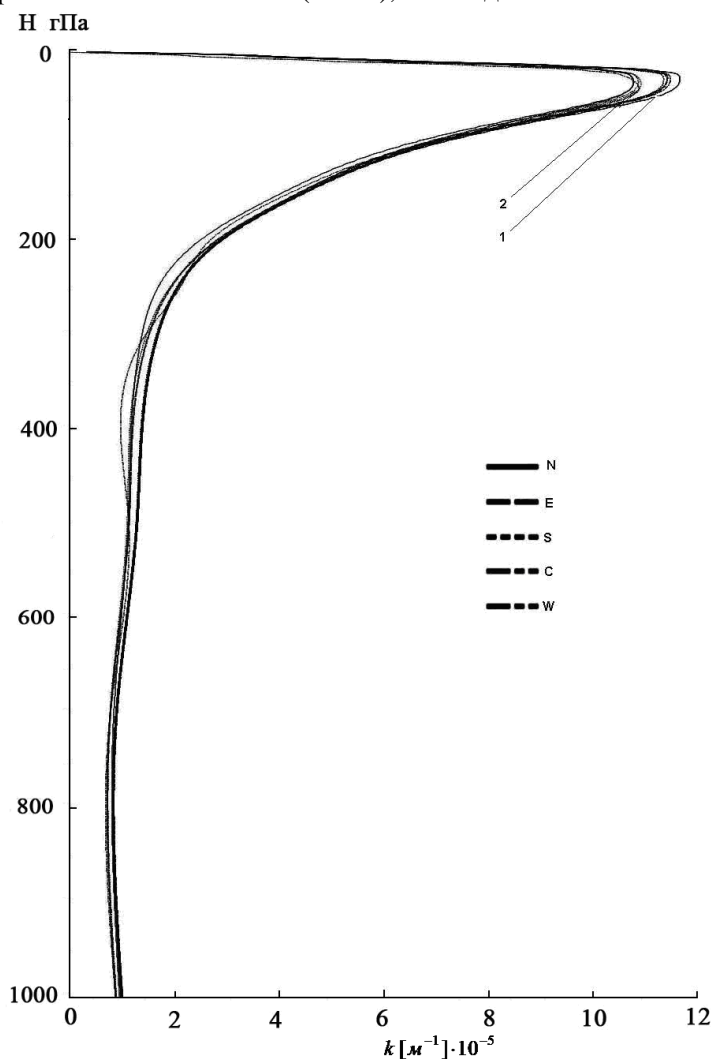


Рис. 3. Вертикальный зимний (1) и летний (2) профили ОКП излучения озоном.

Вариации профилей ОКП атмосферных газов коррелируют с вариациями температурного профиля, обусловленные сезонными и территориальными различиями, и в процентном отношении вариации ОКП $(t_{\text{зима}} - t_{\text{лето}})/t_{\text{зима}}$ того же порядка, что и вариации температурного профиля.

Наиболее чувствительным к температурным вариациям газом является CO_2 . С повышением температуры ОКП метана, закиси азота, паров воды и озона уменьшается, а для двуокиси углерода, наоборот – повышается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджанов А.Х., Искаков А.Н. Определение коэффициентов объемного поглощения инфракрасного излучения парниковыми газами. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №2. – С. 72 – 77.
2. Грибанов К.Г. Разработка методов определения атмосферных параметров по результатам измерения теплового излучения Земли: / Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Екатеринбург, 2002.
3. Лагутин А.А., Никулин Ю.А., Жуков А.П. и др. Математические технологии оперативного регионального спутникового мониторинга характеристик атмосферы и подстилающей поверхности. Ч. 1. MODIS // Вычислительные технологии. – Том 12. – №2. – 2007. – 23 с.
4. Математические технологии оперативного регионального спутникового мониторинга характеристик атмосферы и подстилающей поверхности. / А.А. Лагутин, Ю.А. Никулин, Ал.А. Лагутин и др. Ч. 2. – AIRS/Препринт АлтГУ-2007/1. – Барнаул, 2007. – 28 с.
5. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. – СПб.: 2003. – 475 с.
6. The HITRAN molecular spectroscopic database: edition of 2000 including updates through 2001 L.S. Rothman, A. Barbe, D. Chris Benner et al./Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer 82 (2003) 5-44.

Институт космических исследований, г. Алматы

ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫ ҮСТІНДЕГІ АТМОСФЕРАЛЫҚ ГАЗДАРМЕН ИҚ-СӘУЛЕЛЕНУДІ ЖҰТУ КӨЛЕМДІ КОЭФФИЦИЕНТІ ТІК ПРОФИЛІНІҢ ӨЗГЕРУІ

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

Қазақстан аумағы үстіндегі атмосфералық газдармен ИҚ-сәулеленуді жұту көлемді коэффициенті тік профилінің өзгеруі қарастырылған. Температуралық вариацияға аса сезімтал CO_2 газы болып табылады. Температураның жоғарылауымен метан, азот тотығы, су буы және озонның көлемді жұту коэффициенттері төмендейді, ал көміртегі қостотығыныңкі керісінше ұлғаяды.

УДК 574:551. 58(574)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКТРИНА МОНИТОРИНГА
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КАЗАХСТАНА В СВЕТЕ
ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Доктор биол. наук	И.О. Байтулин
Доктор биол. наук	М.А. Проскуряков
Канд. геогр. наук	И.Б. Есеркепова

Приводится обзор результатов исследований по изменению климата в Казахстане. Обосновывается необходимость разработки мониторинга растительного покрова Казахстана как наиболее приоритетной научной задачи в области ботанических и экологических исследований в условиях глобальных климатических изменений. Такие исследования послужат многоцелевым базовым материалом для мониторинга динамики растительных сообществ, связанной с изменениями климатических условий, а также для оценки углеродного баланса страны.

В современных условиях интенсивного экономического развития, роста народонаселения в мире естественная природная среда испытывает небывалый по своим масштабам антропогенный прессинг. Прежде всего, это приводит к деградации растительного покрова – происходит исчезновение редких видов в фитоценозах, снижение численности ценных кормовых, лекарственно-технических, красиво цветущих декоративных видов, изреживание траво- и древостоя, уменьшение численности и проективного покрытия сообществ, проникновение в освободившуюся нишу чужеродных, часто ценотически агрессивных видов. В результате происходит нарушение исторически обусловленного естественного характера структурной организации и функционирования растительных сообществ. Этот процесс приводит к трансформированию естественного растительного сообщества в малопродуктивное и низкачественное рудеральное сообщество [1].

Деградация природных экосистем в Казахстане стала особенно сильно проявляться за последние тридцать – тридцать пять лет. Освоены огромные площади целинных и залежных земель не только на севере, но и во всех регионах страны. Зарегулированы стоки крупных рек и продолжается усыхание Аральского моря. Отводились огромные площади земель под военные базы и полигоны. Испытания ядерных вооружений, деятельность космодрома

Байконур, освоение недр, в том числе нефти и газа, широкомасштабное строительство газо- и нефтепроводов, теплоцентралей, линий электропередач и др., сильно изменили лик Земли, привели к значительным потерям биологического, в том числе и растительного разнообразия [1]. «В настоящее время опустыниванием охвачено около 179,9 млн. га площади Республики, что составляет 60 % её территории» [11]. К сожалению, не оправдались оптимистические высказывания В.И. Вернадского о том, что в наши дни наступает влияние на биосферу человеческого разума, его законов [3].

В отличие от других природных ресурсов (уголь, нефть, газ, уран и т.п.), растительный покров является главным, естественно возобновляемым ресурсом экономики Казахстана. От его состояния зависит продуктивность кормовой базы животноводства и запасы сырья деревообрабатывающей, фармацевтической, пищевой и парфюмерной промышленности. Растительный покров выполняет водорегулирующую, водоохранную, почвозащитную, бальнеологическую и рекреационную роль, определяет продуктивность и качество природных биологических угодий, жизнь и видовой состав населяющей их фауны. Наконец, даже наличие кислорода в воздухе, которым мы дышим, обеспечивает растительность.

Растительный покров является важнейшим компонентом природной среды, мощным поглотителем углекислого газа и создателем первичных органических веществ, выполняет особую, космическую роль в формировании и функционировании экосистем, является средой обитания, источником питания для всего населения планеты, чутким индикатором состояния природной среды.

По расчетам экспертов, в процессе фотосинтеза зелеными растениями образуется около 100 млрд. т органических веществ и запасается в них около $450 \cdot 10^{15}$ ккал энергии солнечной радиации, преобразованной в потенциальную химическую энергию органических веществ. В этом процессе растения усваивают из атмосферы ежегодно 170 млрд. т углекислого газа, фотохимически разлагают около 130 млрд. т воды, выделяют из нее 115 млрд. т кислорода. Кроме того, растения ежегодно вовлекают в процесс первичного синтеза органических веществ около 2 млрд. т азота, 6 млрд. т фосфора, калия, кальция и других элементов минерального питания и расходуют на транспирацию около $16 \cdot 10^{12}$ т воды [2].

Как видим, растительный покров является мощным биологическим фактором, осуществляющим создание и трансформацию энергии и веществ в глобальном масштабе, основным поглотителем углекислого газа и очистителем

телем воздушной среды. Состояние растительного покрова позволяет определить тенденцию изменения всего биологического разнообразия страны и принять упреждающие адекватные меры, чтобы не допустить дальнейшей деградации экосистем и генетической эрозии. Всестороннее и глубокое изучение растительного покрова в условиях меняющегося климата и мониторинг его состояния имеет многогранное значение. Растительный покров является многофункциональной основой рационального землепользования, осуществления крупных эколого-экономических проектов, обеспечения устойчивого развития и достоверной оценки углеродного баланса страны.

Наряду с антропогенным фактором, на быстро ухудшающееся состояние растительности республики начинает влиять новый, не менее грозный фактор – глобальное изменение климата. В Казахстане по исследованиям изменения климата за столетний период температура воздуха, осредненная по 11 длиннорядным метеорологическим станциям, возросла на 1,54 °С, что примерно в два раза превышает среднеглобальное потепление. В то же время суммы осадков уменьшились незначительно, что свидетельствует о повышении засушливости климата на большей части территории Казахстана [7].

По оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата, за последние сто лет (1906...2005 годы) линейный тренд глобальной приземной температуры воздуха составил 0,74 °С [10]. Это значение больше тренда температуры воздуха, 0,6 °С, полученного за 1901...2000 годы [9]. Тенденция к повышению температуры воздуха отмечена во всех регионах мира и особенно сильно проявляется в высоких широтах Северного полушария. С 1850 года наиболее теплыми были одиннадцать лет из двенадцатилетнего периода 1995...2006 гг. Вторая половина прошлого столетия была самой теплой за последние 1300 лет. Наблюдаемое повышение уровня моря и уменьшение площади снежного и ледового покрова согласуется с прогнозируемым потеплением.

Общепризнано, что при существующих темпах потепления арктические льды растают полностью. Температура океана уже на полтора градуса выше, чем сто лет назад, увеличивается испарение, облака быстрее охлаждаются и моментально переходят в осадки. Если не будет строгих ограничений на выбросы парниковых газов, то к середине следующего столетия, когда ожидается удвоение концентрации CO₂ в атмосфере, среднеглобальная температура воздуха будет выше, чем она наблюдалась за последние 150 000 лет [10].

На всех континентах с 1970 года многие экосистемы испытывали влияние изменения климата. Так, в Таджикистане уже 40 процентов ледников растаяло, и, соответственно, идет изменение флоры и фауны – деревья отступают, снижается наполняемость рек, водохранилищ. Отмечаются изменения и в экосистемах суши, проявляющиеся в более раннем наступлении весенних явлений и сдвигах ареалов распространения многих видов растений и животных к полюсам на равнинах и вверх в горных регионах. Этот процесс будет продолжаться.

Некоторые последствия изменений в экосистемах вследствие климатических режимов сложно отделить от воздействия неклиматических факторов и естественной динамики. Рост концентрации парниковых газов и изменения почвенно-растительного покрова меняют энергетический баланс климатической системы. Человечество осознает, что продолжение выбросов даже на современном уровне может привести к необратимым последствиям.

Аномальные погодные изменения наблюдаются уже во всех климатических зонах мира. Каждый год поступают сообщения о небывалой жаре и наводнениях в Европе, Америке, небывалых штормах, цунами и землетрясениях в Юго-Восточной Азии. Масштабы засухи и экстремально жаркое лето 2010 года в соседней России никто не мог предсказать.

На юго-востоке Казахстана (по данным метеостанции Мынжилки, 3017 м н.у.м.) средняя годовая температура возросла на 1,1 °С. В результате, по прогнозам гляциологов, в таких условиях к концу 21 века полностью исчезнут высокогорные ледники Северного Тянь-Шаня, возрастет риск паводков и селевых потоков. Потери воды в речных бассейнах достигнут 60 %. Сократится поступление воды в озеро Балхаш – вплоть до повторения судьбы Аральского моря. С учетом прогнозов изменения климата можно ожидать продолжения интенсивной деградации оледенения региона и в обозримом будущем. Так, авторы работы [4] предполагают, что оледенение на северном склоне Илейского Алатау может практически исчезнуть к концу 21 века, а в Жетысуйском Алатау – уже через 40 лет.

Казахстан занимает огромную территорию, включающую различные климатические и ландшафтные зоны, причем две трети территории это пустынная и полупустынная ландшафтные зоны с засушливым климатом. Поэтому глобальное потепление приведет к сильной степени деградации растительного покрова, биологического разнообразия в целом, к ухудшению хозяйственной деятельности и жизнеспособности населения. Для выявления закономерностей динамического состояния растительного покрова

в связи с глобальными изменениями климатических условий требуются долговременные биосферные стационарные исследования, осуществление постоянного мониторинга состояния растительного покрова с синхронно проводимыми наблюдениями за климатологическими изменениями.

Принципиальное значение приобретает выбор территорий для организации биосферных стационаров. Более подходящим районом для организации биосферных стационарных участков являются пределы природного экологического профиля – от северного побережья оз. Балхаш и до вершины Туйыксу в Иле Алатау. В этом районе представлены растительные сообщества репрезентативно отражающие характерные свойства основных природных зон и горных поясов Казахстана [1].

Этот район признается как модельный объект, позволяющий проследить и понять также зональные закономерности формирования растительного покрова [17]. Установлено, что на каждом участке территории региона емкость экологической ниши для доминирующих видов растений тесно коррелирует с климатическим фоном местности. Естественное возобновление видов растений – выживание ювенильных особей, размеры и приуроченность участков, пригодных для сохранения ювенильных особей растений, также тесно коррелируют с климатическим фоном местности. Эта корреляция достоверна на 95 % уровне значимости, что подтвердил большой опыт моделирования горизонтальной структуры растительных сообществ. Она сохраняется до тех пор, пока климат остается неизменным. Притом в зависимости от благоприятности климатического режима конкретного участка территории емкость экологической ниши для каждого доминирующего вида растений может меняться от нулевых значений до стопроцентной заселенности территории. Данная закономерность подтвердилась при исследованиях горизонтальной структуры фитоценозов, формируемых хвойными и лиственными видами древесных растений, доказана простроенными и апробированными эмпирическими моделями горизонтальной структуры растительного покрова [15]. Эти модели теперь могут использоваться для контроля изменений, обусловленных трансформацией климата в пределах предлагаемого биосферного полигона на природном экологическом профиле мониторинговых исследований [1].

С разнообразием климатического режима местности в пределах рассматриваемого природного экологического профиля будущих мониторинговых исследований связаны не только обилие и биомасса видов растений, участвующих в каждом конкретном биогеоценозе, но и состав формовой струк-

туры их ценопопуляций. В наиболее благоприятных климатических условиях присутствует самый богатый состав внутривидовых форм, а их биологическая продуктивность – наивысшая. Эти закономерности также подтверждаются статистически на 95 %-ом доверительном уровне. Наличие четкой ординации формовой структуры ценопопуляций в зависимости от климатического режима местности было установлено при исследованиях распределения и изменчивости растений в очень широком диапазоне условий обитания, на примере хвойных и лиственных древесных растений [20].

Было установлено, что в пределах рекомендуемого природного экологического профиля для мониторинговых исследований высокие летние температуры и, как следствие этого, дефицит влажности, предшествующие закладке цветочных почек у растений, могут угнетающе действовать на обмен веществ. Это приводит к сокращению периода роста и развития растений, снижает количество закладываемых цветочных почек будущего урожая, отрицательно влияет на протекание фазы бутонизации [14]. В результате происходит ухудшение естественного возобновления растений. У насекомоопыляемых видов растений именно температурный режим воздуха регулирует нектаровыделение и связанное с этим оплодотворение. В данной связи построенная для части рассматриваемого экологического профиля эмпирическая модель зависимости нектаровыделения от температурного режима воздуха может использоваться для контроля будущих изменений при мониторинге [18].

Рассмотренные выше закономерности свидетельствуют о том, что при изменении климата самым уязвимым звеном в жизни растений станет их репродукция. С этим будут связаны изменение состава флоры, разрушение структуры ранее сложившихся фитоценозов, их деградация. С другой стороны, наличие в растительных сообществах даже небольших количеств видов и форм, приспособленных к крайним погодным условиям прежнего климата, приведет к развитию процессов смены, они будут занимать доминирующее положение.

Первые материалы хронобиологического анализа, выполненного в пределах рассматриваемого природного экологического профиля, позволили констатировать начавшиеся очень существенные изменения в биологии растений даже за сравнительно короткий период их жизни, приуроченный к началу трансформации климата Земли [19]. По результатам хронобиологического анализа аборигенных и интродуцированных видов растений удалось выяснить, что за период трансформации климата после 1990 г. здесь проявилась различная стратегия поведения растений.

Часть видов пока не испытывает угнетения. Наоборот, дата начала цветения таких растений смещается на ранние сроки, что способствует более полной реализации цикла репродукции. При этом средняя дата начала цветения у некоторых видов статистически достоверно на 95 % уровне стала раньше на 25 дней. Она менялась со средней скоростью 2,5 дня за год. Выяснилось также, что чем раньше наступала дата начала цветения, тем раньше наступала фаза начала плодоношения. При более ранних сроках наступления фазы цветения высота растений и масса 1000 семян увеличиваются. Продолжительность периода вегетации с годами также увеличивается. Следовательно, условия для роста и развития для данной части видов растений становятся более благоприятными. Поэтому в охваченный период времени наблюдений высота их в некоторых случаях увеличилась даже в два раза (достоверно на 95 %-ом уровне). Соответственно росла биомасса. Такие виды растений будут перспективными в новом климатическом режиме. Установленная теснота этих связей статистически достоверна, близка к функциональной, достигает 85...95 % от полной неразрывной.

Другая часть видов растений тоже пока не испытывает угнетения в период трансформации климата. Но они слабо реагируют на происходящие изменения климатического режима в изучаемый период времени. Адаптационные возможности их оказались довольно широкими. Данные виды также являются перспективными. Наконец, определенная часть видов растений уже испытывает сильное угнетение в условиях рассматриваемого региона. Дата начала их цветения сдвинулась на более поздние сроки. Статистически достоверно сократился период вегетации, снизилась (иногда в два раза) высота растений. Падает биологическая продуктивность. Происходящие изменения режима среды обитания не отвечают их биологическим требованиям, угнетающе действуют на репродукцию, рост и развитие. Эти виды трудно адаптируются к изменениям климата.

Предвестником назревающей деградации растительного покрова в пределах рассматриваемого природного экологического профиля являются полученные нами результаты хронобиологического анализа режима нектаровыделения в растительных сообществах [12, 16]. Например, в Южном Прибалхашье за наблюдаемый период у энтомофильных растений число дней без нектаровыделения начало быстро возрастать и с 1995 по 2008 год увеличилось более чем вдвое. Это привело к снижению и даже прекращению репродукции у ряда видов растений аборигенной флоры, т.е. к началу развития процессов разрушения исторически сложившегося растительного покрова и опустынивания местности.

Рассмотренные выше факты свидетельствуют о том, что в пределах рекомендуемого биосферного полигона намечаемого для мониторинговых исследований уже происходит закономерная трансформация режима среды и связанных с нею показателей жизнеспособности растений. Причем с большой скоростью и в значительной степени именно в области их репродуктивного процесса.

Последствия антропогенного воздействия и развивающийся процесс глобального изменения климата ставят под угрозу не только ведение сельского хозяйства, сохранность естественной растительности, но и саму среду обитания человека, что еще опаснее. Притом губительное действие обоих этих разрушительных факторов нарастает в столь короткий срок, что имеющийся генофонд растений не успевает приспособиться к новой среде обитания, и это приведет к изменениям целых ландшафтов, структуры растительных сообществ, ускорению процессов трансформации растительного покрова и опустынивания.

Все происходящее можно констатировать как быстро развивающуюся катастрофу. Но страна не готова принять меры к спасению, т.к. в нужном объеме закономерности происходящих изменений не изучены и мониторинг их отсутствует. Это обусловлено рядом причин, включая и кадровую, материальную, финансовую обеспеченность научно-исследовательских работ, их поддержку на уровне государственного планирования и т.д. Вместе с тем еще не разработана и научная доктрина государства, определяющая направление и стратегию работ, связанных с глобальным изменением климата. С учетом вышеизложенного, авторы считают, что в настоящее время главной, приоритетной, стратегической целью ботанической науки Казахстана является не-терпящее отлагательств развитие фундаментальных исследований в направлении мониторинга растительного покрова. Это позволит выяснить закономерности трансформации растительного покрова Казахстана в связи с антропогенными воздействиями и глобальным изменением климата и даст возможность принять необходимые меры по сохранению и поддержанию биологической устойчивости республики.

Учитывая двоякую причину изменений растительного покрова (антропогенный и климатический факторы), мониторинговые исследования нужно проводить также по двум направлениям. С одной стороны, – слежение за процессом антропогенной деградации растительного покрова, а с другой стороны, – мониторинг трансформации растительного покрова под влиянием изменяющегося климата. Оба эти основные направления работы

объединяет общий методологический подход. Как в том, так и другом случае необходима исходная контрольная база данных, по которой можно будет судить о характере происходящих изменений. Создание, апробация и публикация такой контрольной базы данных является первоочередной задачей в деле организации мониторинга растительного покрова Казахстана.

Нужная контрольная база данных для анализа антропогенных изменений в растительном покрове и изменений, связанных с режимом трансформирующегося климата, может быть создана на основе результатов ранее выполненных наблюдений за биологическими свойствами видов растений и растительного покрова в природе и в культуре. В этом аспекте большую ценность представляют исследования, которые проводились коллективами институтов ботаники, лесного хозяйства и агролесомелиорации, земледелия, лугопастбищного хозяйства, почвоведения, физиологии растений, Казахского сельскохозяйственного института, КазНУ им. аль-Фараби, ботанических садов, заповедников и др.

К сожалению, в настоящее время мы не располагаем надежными методическими приемами оценки влияния изменения климата на растительный покров. Следовательно, прежде всего, необходимо разработать методические подходы к оценке влияния климатических факторов на динамику растительного покрова и на биоту в целом.

Еще отсутствуют надежные методы прогнозирования будущего климата. Трудно выделить в чистом виде и частную составляющую влияния каждого климатического фактора на растительность. Не всегда удается интерпретировать биологическую сущность процессов изменения растительного покрова под действием человека. Однако мониторинг позволит уже теперь реально судить о скорости, направлении и величине изменений в растительном покрове. В данной связи, как представляется, очень важно разработать и принять единое методическое пособие для мониторинговых наблюдений и обработки их материалов, имеющихся в республике, что позволит добиться сравнимости и достоверности полученных результатов. Мониторинг должен проводиться на репрезентативных, экологически орденированных стационарах, системно организованных, хорошо обеспеченных квалифицированными кадрами, финансами и приборной базой. Эти результаты будут ценны как научная основа для понимания путей трансформации растительного покрова.

Для оценки возможных изменений естественного растительного покрова необходимо выполнять параллельное моделирование будущего

климатического состояния и структурной трансформации растительного сообщества. На основе модели климата (температура воздуха, атмосферные осадки, солнечная радиация) можно создать модель растительного сообщества (доминанты и субдоминанты, флористический состав, ярусность, фенология, проективное покрытие, динамика сезонного прироста фитомассы). Оценка изменений растительного покрова под влиянием возможных изменений климата должна проводиться с учетом характера и нагрузки текущей хозяйственной деятельности.

Обобщение и анализ результатов этих наблюдений и исследований, выполненных совместными усилиями коллективов ведущих научных организаций и групп страны, позволят своевременно подготовиться к назревающей катастрофе. Они дают возможность определить важнейшие направления работы для смягчения ее последствий и перестройки хозяйства, социальной политики, занятости населения, сохранения жизнеспособности страны и ее экологической безопасности в целом.

Проблема изучения изменений климата занимает одно из центральных мест в современной климатологии. Выполнение ряда обязательств Республики Казахстан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), тесно связано с осуществлением мониторинга и исследованием изменения регионального климата. Связано это, прежде всего, с необходимостью учета изменчивости климата в хозяйственной деятельности, а также с реальной угрозой необратимости процесса глобального потепления климата в случае неконтролируемых выбросов техногенных парниковых газов. Работы в этом направлении ведутся во многих странах в рамках Всемирной климатической программы, осуществляемой под руководством Всемирной метеорологической организации при активной поддержке со стороны Программы ООН по окружающей среде. Присоединение более чем 190 стран к РКИК ООН активизировало сотрудничество в этой области исследований. Полученные результаты уменьшили неопределенности относительно поведения глобальной климатической системы, в оценке причин и величины глобального потепления. В целом, результаты исследований указывают на то, что наблюдаемые тенденции невозможно объяснить только естественной изменчивостью климатической системы.

Исследователям из Университета штата Колорадо совместно с NASA удалось обнаружить, что большая часть старого арктического льда погибла: сейчас в зимнее время только 10 % ледяного покрова состоит из льда, возраст которого более двух лет. Наблюдается общее уменьшение

средней толщины ледяного покрова. По данным Американской лаборатории исследования полярных регионов, Северный Ледовитый Океан становится все теплее, а его границы отодвигаются вглубь континента. Из-за активного таяния ледников снижается соленость океанов.

В мае 1995 г. Казахстан ратифицировал Рамочную конвенцию ООН об изменении климата. В марте 2009 г. Президент РК подписал Закон «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата».

С 1994 г., в рамках Казахстанско-Американского Проекта «Парниковые газы и изменение климата Казахстана» Программы поддержки национальных исследований США, при технической и финансовой поддержке американской стороны, началось изучение изменений регионального климата и получили развитие новые для Казахстана направления исследований, напрямую связанные с выполнением Казахстаном обязательств по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

В результате выполнения этого проекта был составлен кадастр выбросов парниковых газов с территории Казахстана в 1990 году, построены три варианта сценариев изменения климата Казахстана на момент удвоения концентрации CO_2 к 2050 г. и на ближайшие 10...20 лет, а также получены оценки уязвимости урожайности яровой пшеницы в Северном Казахстане, водных ресурсов на примере отдельных речных бассейнов, пастбищ, овцеводства и лесов. Определены предварительные меры по адаптации сельского хозяйства и водных ресурсов к возможным изменениям климата. Определены потенциальные меры по ограничению выбросов парниковых газов в энергетическом секторе и сельском хозяйстве Казахстана. В 1998 г. на Четвертой Конференции Сторон Рамочной Конвенции по Изменению Климата был представлен первый национальный доклад о ходе выполнения исследований по изменению климата в Казахстане [20].

По расчетам казахстанских исследователей [6] вследствие повышения температуры воздуха на территории Казахстана зона недостаточного увлажнения в республике может исчезнуть. На юге Казахстана появится засушливая зона, которая займет 38 % площади. В среднем по юго-востоку Казахстана продолжительность устойчивого жаркого периода увеличится на 40 %. Сократится кормовая база животноводства и площадь под зерновыми культурами (до 23 %). Не менее утешительны будут и перспективы сохранения природного растительного покрова республики в целом. Тяжелые последствия, связанные с аридизацией климата Казахста-

на, определяются тем, что значительная часть территории страны находится в неблагоприятных для жизнедеятельности пустынной и степной крайне жарких и засушливых зонах. Уязвимость сельского хозяйства, водных ресурсов и других климатозависимых отраслей экономики Казахстана к ожидаемым потенциальным изменениям регионального климата, наличие таких экологических катастроф как усыхание Аральского моря, делают эту проблему весьма актуальной [9, 21].

В рамках научно-исследовательских работ в Казахском научно-исследовательском институте экологии и климата (КазНИИЭК) и Казгидромете в последнее десятилетие активно проводились исследования изменения температурно-влажностного режима в Казахстане. На основе данных наблюдений оценивались многолетние (порядка 100 лет) тенденции изменения температуры приземного воздуха и атмосферных осадков. Выявлено, что в течение последних 100 лет происходил рост среднего уровня сезонных и годовых температур воздуха практически на всей территории страны, за исключением небольшого района на северо-востоке, в котором во все сезоны года, кроме весны, тенденция отрицательна. Рост осредненной по региону годовой температуры воздуха был в два раза выше среднего глобального потепления. Трендовая составляющая в вековом ходе сумм атмосферных осадков выражена очень слабо: 0,1...0,3 мм/10 лет [7]. Некоторые результаты исследований позволяют предположить, что распашка целинных и залежных земель сказалась на тепловом и водном балансе данных территорий, в результате чего здесь произошло более значительное повышение температуры воздуха по сравнению с соседними, не подвергшимися изменениям, районами [8].

Аэрозольное загрязнение атмосферы городов за счет промышленных выбросов предприятий, автотранспорта привели к уменьшению прозрачности атмосферы и к возникновению «локальных климатических эффектов». Так, в некоторых крупных промышленных центрах Казахстана (Алматы, Кызыл-Орда, Петропавловск) наблюдается рост количества осадков на фоне отрицательных трендов, имеющих место в близлежащих районах.

Последующие исследования изменения климата в Казахстане, проведенные в рамках подготовки Второго Национального Сообщения по РКИК ООН [21] подтвердили, что за последнее столетие потепление наблюдалось практически повсеместно во все сезоны года. По данным более чем 90 метеорологических станций были рассчитаны линейные тренды в рядах средних значений температуры приземного воздуха и сумм атмо-

сферных осадков в Казахстане за период 1936...2005 гг. Среднегодовая температура воздуха возрастала за этот период в среднем на 0,31 °С каждые 10 лет. Наиболее быстро потепление происходило в зимние месяцы – в среднем по Казахстану на 0,44 °С/10 лет и на 0,60...0,65 °С/10 лет на западе, в отдельных районах северной и центральной частей республики. Наименее существенный положительный тренд наблюдался в рядах весенних температур, а также во все сезоны года в горных районах юга Казахстана. Сокращалось число дней с морозом, но увеличивалось количество жарких дней, когда суточный максимум температуры превышал 25 °С, увеличивалась продолжительность волн тепла, сокращалась продолжительность волн холода, значительно уменьшилась суточная амплитуда температуры воздуха. Сочетание глобального потепления с другими экологическими стрессами может привести к быстрой гибели существующих экосистем, особенно в засушливых регионах, к которым относится большая часть территории Казахстана. При этом, увеличение осадков даже на 20...25 % на фоне ожидаемого дальнейшего повышения температуры воздуха не сможет оказать благоприятного воздействия на экосистемы, сельское хозяйство и водные ресурсы.

Оледенение гор Казахстана и сопредельных стран Центральной Азии с начала 1970-х годов находится в состоянии деградации. При этом скорость таяния ледников Центральной Азии была самой высокой в мире. На северном склоне Илейского Алатау за 1955...2004 гг. площадь ледников сократилась на 41 %. С учетом прогнозов изменения климата можно ожидать продолжения интенсивной деградации оледенения региона и в обозримом будущем.

В результате деградации горного оледенения сток горных рек северного склона Заилийского Алатау сократится примерно на 16 %. Изменится его внутригодовое распределение: он уменьшится в летние месяцы и увеличится в весенне-летние, что негативно отразится на орошаемом земледелии. Повышение глобальной температуры воздуха и продолжение деградации горного оледенения приведет к снижению стока рек в бассейне оз. Балхаш. Для компенсации этой напряженности необходимо проектирование и строительство водохранилищ на горных реках, а также противопаводковых и селевых гидротехнических сооружений.

В горах и предгорьях изменение климата приведет к возникновению ряда катастрофических явлений, среди которых следует отметить сели, лавины и оползни. При потеплении на 2...3 °С селевая активность возрастет в десятки раз. В результате могут быть разрушены города и объек-

ты их жизнеобеспечения, расположенные в предгорной зоне, а наиболее экономически и социально развитая территория Казахстана превратится в зону экологического бедствия.

Изменение климата может привести к нарушению равновесия системы климат – водные ресурсы – сельскохозяйственное производство, что неминуемо скажется на урожайности сельскохозяйственных культур. Дальнейшее повышение температуры будет отрицательно влиять на условия формирования и налива зерна, так как температура воздуха поднимется на 2...4 °С выше ее оптимальных значений. Всходы посевов яровой пшеницы будут появляться на две-три недели раньше средних многолетних сроков. Ожидаемые погодные условия станут неблагоприятными для возделывания яровой пшеницы в Костанайской, Акмолинской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областях.

На равнинных территориях незначительные изменения температуры воздуха и увлажнения могут создать условия, невозможные для существования сосны, пихты, лиственницы и кедра и, таким образом, к смене ценных лесных насаждений на менее ценные – лиственные и кустарниковые. Пихтовые насаждения могут исчезнуть с территории Жетысуйского Алатау и останутся на небольшой площади в Восточно-Казахстанской области.

В докладе [5] сделан вывод о том, что предотвратить надвигающуюся экологическую катастрофу можно, но для этого уже сейчас необходимо разрабатывать меры по адаптации к изменению климата. Они включают замену одних сортов зерновых другими, более засухоустойчивыми, изменение сроков и районов посадки сельскохозяйственных культур, проведение защитных мероприятий в животноводстве и лесном хозяйстве.

Помимо адаптационных мер также планируется сократить выбросы парниковых газов (ПГ), прежде всего в энергетике. Анализ возможностей сокращения выбросов ПГ в Казахстане до 2020 года показал, что потенциал снижения эмиссий ПГ за счет внедрения энергоэффективных технологий, альтернативных источников энергии, модернизации ТЭЦ и других мер, как технического, так и политического характера, может составить около 50 % от уровня 1992 г.

Последующие задачи по выполнению Казахстаном обязательств по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу можно разделить на три основные части. Первая включает в себя дальнейшее развитие научных исследований по всем вышеперечисленным направлениям, ежегодное проведение национальной инвентаризации парниковых газов для международной отчетности и подготовку национальных

сообщений по РКИК ООН на постоянной основе. Вторая предполагает разработку и внедрение мер по адаптации к изменению климата. Третья – реализацию конкретных проектов в области сокращения эмиссий парниковых газов с использованием различных экономических механизмов в энергетике, промышленности, сельском хозяйстве, направленных на низкоэмисионное развитие экономики.

Климат земли меняется. В соответствие с изменением климата будет дифференцироваться и ее растительный покров. Тем самым диктуются новые цели и направления научных исследований. Нужно предвидеть последствия изменения растительного покрова и вовремя принять меры по сохранению природных экосистем. Однако, несмотря на это, вопросу изучения динамики растительного покрова под влиянием такого первичного образующего его фактора, как климат, не уделяется должного внимания. Между тем, материалы по изучению влияния климата на растительный покров, особенно его длиннопериодных колебаний, послужат принятию упреждающих мер по реорганизации хозяйственной деятельности и разработке новой климатической политики в целях сохранения социально – экономической стабильности Казахстана.

Выводы

1. Растительный покров является важнейшим средообразующим компонентом биосферы, обуславливающим жизнеобеспечение всего живого населения планеты, а также чутким индикатором состояния природной среды и климата.

2. Происходящие глобальные климатические изменения и сопровождаемые ими сдвиги природных объектов, настоятельно требуют считать разработку мониторинга растительного покрова Казахстана наиболее приоритетной научной задачей в области ботанических и экологических исследований.

3. Для осуществления мониторинга растительного покрова, прежде всего, необходимо четко определить современное его состояние, обобщить все имеющиеся публикации и архивные материалы на основе унифицированного методологического подхода, провести обстоятельные натурные обследования и осуществить выпуск многотомной, капитальной монографии «Растительный покров Казахстана».

4. Научно достоверно зафиксированная в монографических изданиях о растительном покрове страны полная сводка результатов исследований, послужит многоцелевым базовым материалом для рационального земле- и природопользования, мониторинга динамики растительных сообществ на биосферных стационарах, связанного с изменениями климатических условий, а также для оценки углеродного баланса страны.

5. Для достоверной оценки тенденции и степени динамики растительного покрова в связи с изменениями климата, необходима разработка методов параллельного моделирования климатических сдвигов и структурной трансформации основных типов растительности страны.

6. Наиболее репрезентативным в отношении охвата основных типов растительности Казахстана стационарными участками для биосферных исследований является природный экологически профиль от северного побережья оз. Балхаш и до вершины Туюксу в Иле-Алатауской горной системе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байтулин И.О. Развитие биосферных исследований как научной основы стабилизации экологической ситуации Казахстана. // Изв. МН_АН РК. – 1996. – № 1. – С. 3-9.
2. Байтулин И.О., Рубаник В.Г., Рахимбаев И.Р., Ситникова А.С. Зеленая «фабрика» чистого воздуха. – Алма-Ата: 1979. – 112 с.
3. Вернадский В.И. Биосфера. – М.: Наука, 1967. – 374 с.
4. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в 20 веке. – Алматы: 2001. – 252 с.
5. Второе Национальное Сообщение Республики Казахстан Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана, 2009. – 192 с.
6. Долгих С.А., Есеркепова И.Б., Шамен А.М. Оценка вклада ожидаемого потепления глобального климата в развитие процессов опустынивания в Казахстане. // Гидрометеорология и экология. – 1997. – № 3. – С. 43-49.
7. Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период. // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №4. – С. 6-23.
8. Есеркепова И.Б. Оценка изменений температуры воздуха в Северном Казахстане в результате освоения целинных и залежных земель. // Вопросы гидрологии суши. – Л. – 1988. – С. 235-239.
9. МГЭИК: Изменение климата, 2001 г. Научные аспекты. Вклад Рабочей группы I в Третий доклад об оценке. WMO/UNEP, Cambridge, University press.
10. МГЭИК: Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Пачаури Р.К., Райзингер А., и основная группа авторов (ред.)]. – Женева. – 2007. – 104 с.
11. Национальная программа по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан. – Алматы, 1997. – 166 с.
12. Новый глобальный экологический обзор нашей планеты рисует мрачную картину. 26 октября 2007. Источник: пресс-служба CARNet по материалам Радио ООН. (<http://caresd.net>)

13. *Первое Национальное Сообщение Республики Казахстан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата.* – Алматы, 1998. – 74 с.
14. Проскуряков М.А. Биология цветения и плодоношения ели тянь-шанской. – Алма-Ата: Кайнар, 1965. – 125 с.
15. Проскуряков М.А. Горизонтальная структура горных темнохвойных лесов. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1983. – 215 с.
16. Проскуряков М.А. Методика хронобиологического анализа медоносной базы. // Пчеловодство. – 2009. – № 3. – С. 20-22.
17. Проскуряков М.А. Проблема восстановления растительных ресурсов при изменении климата. // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – Алматы. – 2005. – № 1. – С. 10-17.
18. Проскуряков М.А. Роль температурного режима в значимости медоносной базы Южного Прибалхашья. // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – Алматы. – 2005. – № 1.
19. Проскуряков М.А. Хронобиология растений в период изменения климата. // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – Алматы. – 2009. – № 3. – С. 69-74.
20. Проскуряков М.А., Пусурманов Е.Т., Кокорева И.И. Изменчивость древесных стений в горах (методические вопросы исследования). – Алма-Ата: Наука, 1986. – 130 с.
21. Семенов О.Е. О расходе массы песка при песчаных бурях на осушенной части Арала. // Гидрометеорология и экология. – 2007. – № 4. – С. 7-22.

Институт ботаники и фитоинтродукции, г. Алматы
КазНИИЭК, г. Алматы

КЛИМАТТЫҢ ҒАЛАМДЫҚ ӨЗГЕРУ ТҮРҒЫСЫНАН ҚАЗАҚСТАН ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫ МОНИТОРИНГІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ДОКТОРИНАСЫ

Биол. ғылымд. докторы	И.О. Байтулин
Биол. ғылымд. докторы	М.А. Проскуряков
Геогр. ғылымд. канд.	И.Б. Есеркепова

Қазақстандағы климаттың өзгеруін зерттеу нәтижелеріне шолу келтірілген. Климаттың ғаламдық өзгеру жағдайындағы ботаника және экологиялық зерттеулер саласындағы ғылыми мақсаттардың маңыздысы болып табылатын Қазақстан өсімдік жамылғысының мониторингін жетілдіру екені дәлелденген. Климаттың өзгеру жағдайына байланысты осындай зерттеулер өсімдік бірлестіктер динамикасы мониторингісіне, сонымен қатар еліміздің көміртегі балансын бағалауда көп мақсатты негізгі мәлімет болып табылады.

УДК 551.583.1

**ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ГЛОБАЛЬНАЯ
ТЕМПЕРАТУРА АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ**

Канд. техн. наук Е.Т. Тулекбаев

Канд. физ.-мат. наук М.С. Хайдаров

Рассмотрена возможная связь между геодинамическими явлениями и вариациями глобальной температуры Земли за последние 20 лет. После сильнейших землетрясений имеет место подъем температуры атмосферы с запаздыванием примерно 0,5...1 год, что можно объяснить ростом эмиссии метана от угольных бассейнов вследствие значительного увеличения сейсмотектонических напряжений земной коры. Предполагается, что в последствие этот угольный метан, как парниковый газ, участвует в повышении глобальной температуры. Эта геодинамическая эмиссия метана скорее антропогенная по вызвавшим их причинам и естественная по силам, их произведшим. Необходим пересмотр действующих правил по подсчету эмиссии угольного метана.

Основными газами, способствующими перегреву атмосферы Земли, являются водяной пар, углекислый газ и метан. Главными источниками этих газов принято считать естественные природные объекты, промышленность, сельское хозяйство. Природная среда остается при этом как бы за скобками и иногда считается, что имеется некий природный механизм регуляции, сохраняющий достаточный температурный баланс. В научной среде идет активная дискуссия о пагубном влиянии человеческой деятельности в деле перегрева атмосферы. Меньшая часть ученых связывает рост температуры атмосферы с естественными природными процессами.

В данной работе рассматриваются некоторые факты, свидетельствующие о многочисленных источниках неучтенного природного метана, попадающего в атмосферу. Кроме того, показана возможная связь между сейсмотектонической активностью и состоянием атмосферы. В качестве ярких примеров выделяющегося в атмосферу природного метана служат так называемые газодинамические явления (ГДЯ), происходящие на глубоких угольных шахтах. Теория и практика этого явления изучены достаточно подробно и в больших масштабах. Из множества работ, посвященных этому опасному явлению, интересна теоретическая работа [5], в которой природа ГДЯ объясняется с позиций механики сплошной среды.

Наибольшую опасность представляет собой метан из твердого химического раствора, который буквально взрывается при возникновении разгрузки общего механического давления. Причиной ГДЯ авторы считают наличие газоносных углей, приближение забоя шахты к этим углям, механическое взаимодействие зоны разгрузки забоя и процессов газовыделения в угольных породах. Не отрицая такого объяснения, мы полагаем, что это не единственно возможное стечение обстоятельств в условиях земной коры.

Дилатансия земной коры, как причина газодинамических явлений

В механике разрушения хорошо известно так называемое явление дилатансии, заключающееся в увеличении объема материала твердого тела при сжатии за счет трещинообразования. Это явление возникновения дополнительного объема и (или) зоны разгрузки возникает, в частности, при начале разрушения горных пород в некотором объеме земной коры под воздействием больших сейсмоструктурных напряжений [2]. В сейсмологии наблюдали и эффекты дилатансии, которые и не заканчивались каким-либо землетрясением. Надо полагать, явление дилатансии является достаточно распространенным механизмом преобразования земной коры.

Дилатансия в земной коре наблюдается, например, по результатам точных геодезических измерений, в виде вспучивания земной поверхности на достаточно больших участках размерами в десятки километров. Такие измерения производились в связи с сильными землетрясениями. Менее заметные следы дилатансии, надо полагать, распространены повсеместно.

Мы предполагаем, что при возникновении ГДЯ возникает эмиссия взрывного характера с объемами выброшенного метана в десятки и первые сотни тысяч кубометров, о чем свидетельствуют аварии и размеры полостей ГДЯ в угольных шахтах. Время образования ГДЯ, или переход основной масса газа, накопленного в угле, при его диспергировании в свободный газ равно $0,01...0,1$ секунды [3] что соответствует аналогичным параметрам промышленных химических взрывов. С физической точки зрения химический промышленный взрыв является быстро расширяющейся сферой. Автором данной работы, ранее по записям сейсмических станций, химические взрывы анализировались достаточно подробно [4]. Эти события, обычно, имеют заметную прямую продольную Р-волну и очень слабую поперечную S-волну, или, вообще, ее отсутствие. Газодинамическое явление также является быстро расширяющейся сферой [5]. Работа по регистрации сейсмических событий на территории Казахстана ведется достаточно скрупулезно Институтом геофизических исследований НЯЦ РК. Основная часть регистрируемых событий относится к землетрясениям, меньшая к промышленным химическим взрывам. Среди них заметную

часть можно отнести к ГДЯ. Для доказательства этого предположения рассмотрим рис. 1, где представлено суточное распределение всех регистрируемых сейсмических событий за 20.11.02, взятое с сайта Казахстанского Национального Центра данных (kndc.kz) ИГИ НЯЦ Республики Казахстан в диапазоне магнитуд $\leq 2 \dots 5$. Относительно невысокая точность построения эпицентров на этих картах не имеет значения для выводов представленных в данной работе.

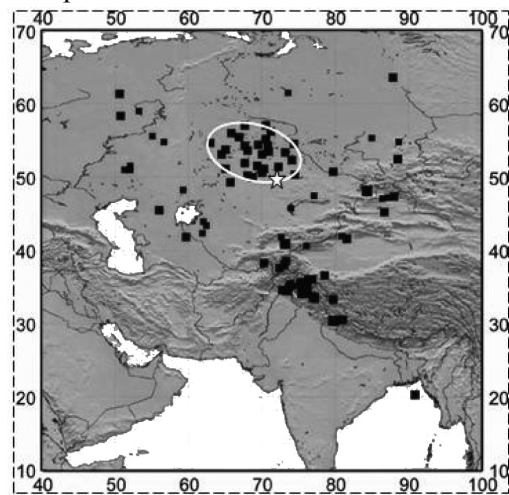


Рис. 1. Суточное распределение всех регистрируемых сейсмических событий за 20 ноября 2002 г. Черные квадраты – сейсмические события, размер которых пропорционален магнитуде. Звездочкой отмечено расположение действующих глубоких угольных шахт АО «АрселорМитталТемиртау». Эллипсом отмечена группа событий преимущественно в пределах Карагандинского угольного бассейна.

Отметим, что, через 4 дня, 24 ноября 2002 г., имело место – мощное газодинамическое явление с выбросом шахтного метана и угольных пород, унесшее 13 жизней горняков. По данным местных СМИ это трагическое событие произошло на шахте Ленинская. Метан через шахтные сооружения был выведен в атмосферу.

Месторасположение шахт органично вписывается в эллипс, которым аппроксимируется вся эта внезапно возникшая группа очень слабых сейсмических событий. И это не случайно. Согласно нашей модели полей напряжений в окрестности большого разлома, должна иметь место зона дилатансии в центральной его части [2], которая проецируется на горизонтальную поверхность в виде эллипса. Она возникает в условиях горизонтального сжатия жесткой плоскопараллельной среды на упруго-пластичном основании. Все эти условия выполняются для земной коры Казахстана, особенно для Карагандинского угольного бассейна, который занимает примерно половину южной стороны эллипса на рис. 1. Осталь-

ная часть эллипса простирается частично на Южный Урал и юг Сибири, где тоже развиты осадочные комплексы.

По сейсмическим каталогам ГДЯ должно выглядеть как очень слабое событие. Это видно на рис. 2, где выделенная эллипсом группа с рис. 1 представлена в увеличенном виде. По имеющемуся каталогу эти события имеют магнитуду меньше 1 и в ряде случаев меньше нуля! При массовой обработке сейсмологического материала такие слабые события могут быть отнесены к промышленным взрывам.

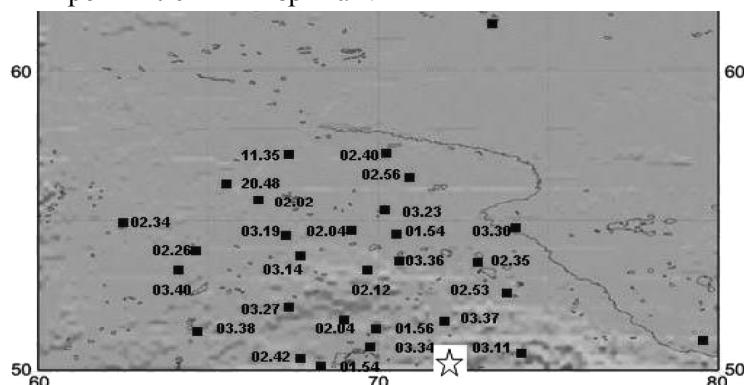


Рис. 2. Эллипс с рис. 1 в увеличенном масштабе. Каждому событию приписано время возникновения.

Как видно на рис. 2 все события произошли в очень короткий период с 01 ч 54 мин до 03 ч 40 мин, за исключением двух северо-западных событий в 11 и 20 часов. Сразу отметим, что просто невозможно произвести такое большое количество химических взрывов в столь короткое время на такой огромной площади. Но возникновение десятков ГДЯ вполне возможно в зоне градиента напряжений. Можно было бы предположить, что среди отмеченной группы событий имеют место и просто слабые землетрясения. Но по окончательному каталогу ЦД ИГИ НЯЦ за тот же день слабые землетрясения среди этой группы событий не выявлены, что подтверждает наши предположения о природе этих явлений. Таким образом, имеются основания считать данную пространственно-временную группу сейсмических событий газодинамическими явлениями.

Определенное количество шахтного метана, как мы отмечали выше, попало в атмосферу (авария на шахте). Остальные ГДЯ, по нашему предположению, произошли благодаря возникновению зоны механической разгрузки в результате обширной дилатансии в пределах Карагандинского угольного бассейна. Важно отметить, что эта зона дилатансии (в нашем случае, в роли зоны разгрузки) произошла в пределах обширного угольного бассейна. Уголь, как известно, отличается большой хрупкостью и низкой прочностью, что создает идеальные условия для возникновения

дилатантных зон и (или) явлений. Отметим, что дилатантная зона является зоной механической разгрузки и не может не вызвать взрывной реакции угольного метана третьего типа, по версии [3].

Таким образом, из данного анализа мы можем полагать, что на рис. 1. отражено массовое явление эмиссии метана в условиях угольного бассейна под воздействием сейсмотектонических напряжений, действующих в осадочных толщах угольного бассейна в верхней части земной коры. Примечательно, что данная эмиссия является неучтенной, согласно действующим в настоящее время правилам учета угольного метана. Отметим также, что только за этот день эмиссия могла составить многие сотни тысяч кубических метров, так как в среднем одно ГДЯ выбрасывает около 200 тыс. м³ метана.

Метан, рожденный в предполагаемых нами дилатантных зонах, эмитирует в атмосферу через трещиноватые зоны, которые особенно распространены в зонах разломов, в местах контакта угольных пластов с разломами, в местах изгибов угленосных слоев и других неоднородностях угольного бассейна. В таком случае, можно предполагать наличие постоянно действующего механизма эмиссии неучтенного метана на угольных бассейнах через механические неоднородности земной коры в ее верхней части, в частности, в угольных бассейнах. Это в свою очередь предполагает необходимость пересмотра действующих правил по подсчету эмиссии природного метана.

Итак, под действием постоянных горизонтальных сейсмотектонических сил, согласно нашим предположениям, перманентно происходит неучтенная эмиссия угольного метана в атмосферу, причем в заметных количествах. Последнее обстоятельство важно в свете того, что угольный метан отличается повышенным парниковым эффектом – в 21 раз больше, чем двуокись углерода.

Можно предположить, что в отдельные дни эмитируют сотни тысяч кубических метров метана. Однако это требует отдельной тщательной проверки. Карагандинский угольный бассейн является относительно небольшим по сравнению с Кузнецким или Донецким, не говоря уже об угольных бассейнах Северной Америки, Китая и др. Если предлагаемый нами механизм имеет место повсеместно – практически на каждом континенте, то масштабы такой взрывной эмиссии метана должны быть весьма ощутимы в планетарном масштабе. Ведь базовые условия одинаковы везде: обширные угольные бассейны в виде хрупких угольных пластов в верхней части земной коры (глубина залегания 0,3...2 км) и сейсмотектонические напряжения, деформирующие и разрушающие верхнюю, твердую часть земной коры (5...7 км).

Глобальный сейсмический режим и вариации температуры атмосферы Земли

В нашем предположении все угольные бассейны планеты перманентно эмитируют агрессивный шахтный метан в атмосферу. Причем это происходит в виде газодинамических явлений за доли секунды, то есть носит взрывной характер. В таком случае это должно прямо влиять на парниковый эффект, правда, с некоторым запаздыванием. Запаздывание по времени необходимо для достаточного и повсеместного проникновения угольного метана в воздух через зоны разломов (и/или трещиноватые зоны), и перемешивания его в атмосфере. Как и ожидалось, это может занять несколько месяцев, видимо, необходима смена времен года.

На рис. 3 показана общая связь между временным ходом сейсмичности всей планеты (тонкая линия) и вариациями усредненной температурной кривой атмосферы Земли (утолщенная линия) по данным www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming. На рис. 3 представлены все землетрясения с магнитудами от 5 и выше. Тонкой линией авторами проведена огибающая по максимальным значениям магнитуд. Утолщенной линией показана усредненная температурная кривая Земли за последние 19 лет (без линейного тренда). Звездочкой в правой части указано мощное землетрясение в Чили 27 февраля 2010 г. с магнитудой 8,8. Стрелкой показано возможное увеличение средней глобальной температуры в 2010 г., в связи с этим землетрясением, так как сильнейшие землетрясения до этого коррелировали с ростом средней температуры Земли.

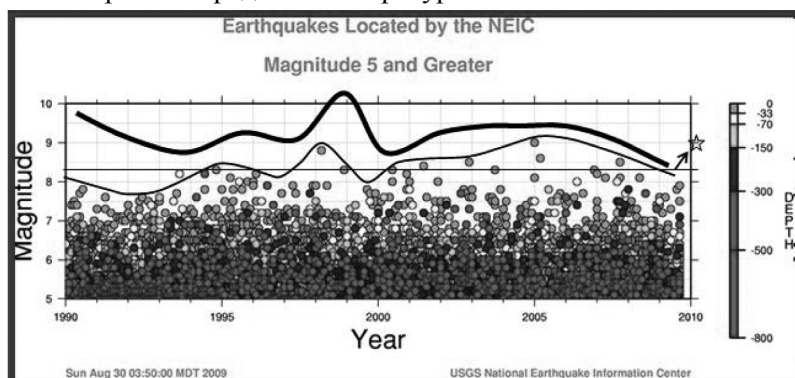


Рис. 3. Сейсмичность Земли за последние 20 лет. Данные Геологической Службы США.

Опытным путем мы определили границу между сильными и сильнейшими землетрясениями по значению магнитуды равному 8,3. Землетрясения меньшей магнитуды мы считаем сильными, а $M \geq 8,3$ сильнейшими. Огибающая сильных землетрясений отражает периоды, когда зем-

ная кора подвергалась большим сеймотектоническим напряжениям, что приводило к сильнейшим землетрясениям. Явно видны три локальных максимума: в 1995, 1998, 2005 годах, связанных с сильнейшими землетрясениями, с магнитудой выше значения $M = 8,3$ (26 декабря 2004 г., Суматранское землетрясение с магнитудой от 9 до 9,5 по разным источникам). Также прослеживаются три минимума по сейсмичности в 1992 ± 2 , 1997 и 1999 годы, ниже значения 8.3.

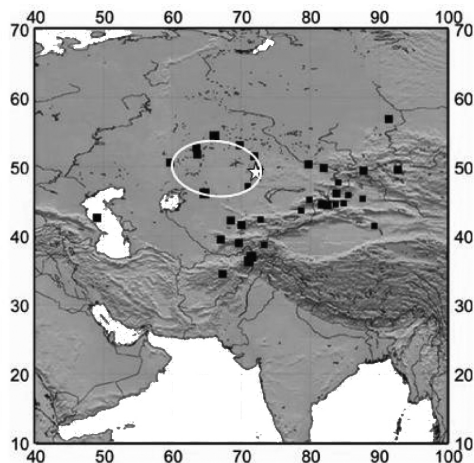
Всем трем сейсмическим максимумам соответствуют три максимума на кривой вариаций температуры Земли со сдвигом примерно в половину года. Также трем сейсмическим минимумам соответствуют три минимума температуры с похожим сдвигом. В обоих случаях вариации температурной кривой отстают по времени примерно на половину года и более.

Наличие такой корреляции говорит в пользу нашей предлагаемой модели. Но, конечно, это еще требует серьезных доказательств, так как, по нашему мнению, очень большой вклад в вариации температурной кривой вносят другие природные процессы, например, вулканическая деятельность. Вполне возможно, что сейсмичность, и вулканическая деятельность, отражающие активность тектоники плит Земли, действуют синхронно. Однако, вулканическая деятельность приводит к снижению температуры атмосферы и может только нивелировать предлагаемый нами метановый эффект. Вполне вероятно, что метановый эффект вносит большой вклад, так как угольные бассейны имеют обширное распространение на всех континентах и могут производить эмиссию метана перманентно.

Звездочкой в правой части рис. 3 указано мощное землетрясение в Чили 27 февраля 2010 г. с магнитудой 8,8, произошедшее во время написания статьи. Это навело нас на предположение, что процесс деформации земной коры и, следовательно, эмиссии метана происходят перманентно, подчиняясь квазипериодичности сильнейших землетрясений. В таком случае, стрелкой показано возможное увеличение средней глобальной температуры в 2010 г., так как сильнейшие землетрясения до этого коррелировали с ростом средней температуры атмосферы Земли. Например, аналогичная ситуация была до 1998 г. – одно подобное землетрясение $M = 8,8$ вызвало локальный максимум уровня сейсмичности и локальный подъем в виде максимума температуры в 1998 г. Если это так, то ожидаемое повышение средней глобальной температуры в 2010 г. может подтвердить наш подход в вопросе выяснения причин аномального роста температуры Земли и уровня влияния метанового вклада в парниковый эффект.

Впрочем, и в более спокойные периоды, выявленная нами эмиссия метана взрывного характера имеет место. Например, в середине 2009 г. имело место аномальное распределение сейсмических событий в виде эллипса за десять дней до очередного трагического выброса метана и угольной пыли, собственно ГДЯ, рис. 4.

Отметим, что 2009 год был годом просто сильных землетрясений. Это период с уровнем магнитуд ниже 8,3, в то время как 2002 год (рис. 1) характеризовался нами как год сильнейших землетрясений с $M > 8,3$. Да и сейсмических событий, которые мы считаем проявлением ГДЯ, на рис. 1. гораздо больше, чем в относительно «мягком» 2009 году на рис. 4. Этот факт свидетельствует о возможном перманентном характере взрывной эмиссии метана через механизм ГДЯ под воздействием геодинамики. Вполне возможно, что мелкие и мельчайшие ГДЯ просто уже не регистрируются существующими сейсмическими сетями. И для ряда задач была бы интересной расстановка детальных сейсмических сетей в районах подземной добычи угля. В первую очередь это было бы полезным для улучшения безопасности подземной разработки угольных пластов. С точки зрения экологии, такого рода экологический мониторинг помог бы оценить количественные показатели эмиссии до сих пор неучтенного метана. Особенно важно оценить вклад такого метана в общее потепление атмосферы в глобальном масштабе.



*Рис. 4. Суточное распределение всех регистрируемых сейсмических событий за 19 июня 2009 г., взятое с сайта ЦД ИГИ НЯЦ РК: kndc.kz.
Условные обозначения см. на рис. 1.*

О природе геодинамических явлений

В заключение, возвращаясь к популярной дискуссии об антропогенной и (или) природной эмиссии метана земной коры, отметим следующие

щее. В последние годы имеет место рост слабой сейсмичности, в частности, в промышленно развитых центральных, северных и восточных регионах Казахстана [3]. Вслед за профессором А. Нурмагамбетовым мы склонны считать это проявлением техногенной сейсмичности [4]. Добавим, однако, что техногенная сейсмичность подпитывается теми же геодинамическими напряжениями, которые воздействуют на всю земную кору. А промышленная деятельность в виде шахт, крупных карьеров, больших водохранилищ, гидроэлектростанций и других крупных нарушений целостности верхней части земной коры является вновь образованной, новой неоднородностью земной коры (ННЗК) или ярким концентратором сейсмотектонических напряжений. В результате этой концентрации напряжений на ННЗК и возникает (пока еще) слабая сейсмичность. Сюда же можно отнести и ГДЯ как своеобразное проявление слабой сейсмичности в пределах угольных бассейнов. Эти геодинамические проявления (слабые землетрясения и ГДЯ) скорее антропогенные по вызвавшим их причинам и естественные, по силам их произведшим. И если говорить о причинно-следственной связи, то они антропогенные, спровоцированные человеческой деятельностью, что еще раз говорит об ответственности общества и человека в деле сохранения экологии земной коры. Было бы предпочтительнее сохранить первозданную земную кору и ее сбалансированное напряженно-деформированное состояние, что отвечало бы нашим совсем недавним фундаментальным представлениям о стабильности земной коры Центрального и Северного Казахстана. При дальнейшем экстенсивном развитии промышленности указанных регионов мы получим (и (или) уже получили?) новый обширный сейсмоактивный регион, что вряд ли улучшает качество среды обитания и жизни в целом.

Заключение

Предлагается новая геодинамическая модель образования газодинамических явлений в угольных бассейнах, зависящих от сейсмотектонического режима земной коры в глобальном масштабе.

Выявлено наличие постоянно действующих источников неучтенного природного метана, эмитируемого земной корой в местах расположения угольных бассейнов, что, вероятно, оказывает влияние на вариации глобальной температуры атмосферы Земли.

Показана возможность корреляции сейсмотектонической активности с вариациями температурной кривой Земли за 20-летний период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляшова Н.Н., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Центральный и Восточный Казахстан // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 71-75.
2. Гарагаш И.А., Хайдаров М.С. Модель развития сейсмоструктурного процесса в зоне тектонического разлома перед сильным землетрясением // Междуведомственный геофизический комитет при президиуме АН СССР, Результаты исследований по международным геофизическим проектам, В сб. Сейсмологические исследования № 11, М.: 1989. – С. 88-97.
3. Жекамухов М.К., Жекамухова И.М. К проблеме внезапных выбросов угля и газа в шахтах. // Электронный журнал «ИССЛЕДОВАНО в РОССИИ», С. 526-538. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2003/045.pdf>
4. Нурмагамбетов А.Н. Техногенные сейсмические явления, связанные с разработкой и эксплуатацией месторождений твердых полезных ископаемых, нефти и газа. // Геология и охрана недр Казахстана. 2010. – № 1.
5. Хайдаров М.С. Очаговые спектры землетрясений Северного Тянь-Шаня и пространственно-временные вариации угловой частоты: Диссертация ... канд. физ.-мат. наук / Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта АН СССР. – М., 1986. – 149 с.

КазНИИЭК, г. Алматы

ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАР ЖӘНЕ ЖЕР АТМОСФЕРАСЫНЫҢ ҒАЛАМДЫҚ ТЕМПЕРАТУРАСЫ

Техн. ғылымд. канд. Е.Т. Төлекбаев
Физ.-мат. ғылымд. канд. М.С. Хайдаров

Соңғы 20 жылдың ішіндегі Жердің геодинамикалық құбылыстары мен ғаламдық температура түрлендірмелерінің арасындағы мүмкін болатын байланыс қарастырылды. Күшті жер сілкіністерінен кейін шамамен баяулығы 0,5...1 жылды құрайтын атмосфера температурасының көтерілуі орын алды. Бұл жер қабатының күшті сейсмоструктуралық кернеулердің әрекет ету кезінде ұлғаятын көмір бассейндеріндегі метанның эмиссиясымен түсіндіріледі. Осы көмір метаны нәтижеде қызған газ ретінде ғаламдық температураның көтерілуіне ықпалын тигізеді деп жорамалданады. Көмір метаны эмиссиясын есептеу бойынша әрекеттегі ережелерді қайта қарау қажеттілігі белгіленді. Метанның осы геодинамикалық эмиссиясы оларға әсерін тигізген себептер бойынша антропогенді және оларды тудырған күштер бойынша табиғи құбылысқа келетін сияқты.

УДК 631.4:631.2

ОЦЕНКА РЕСУРСОВ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ТАКЫРНЫХ ВОДОСБОРОВ ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ УЗБЕКИСТАНА И ВОПРОСЫ ИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Канд. с.-хоз. наук Б.К. Мамедов

Такыр – народный термин, который в переводе с тюркских языков означает – голый, лысый, лишенный растительности. Другой характерный признак такырной поверхности – ее высокие вододерживающие свойства, определяемые в основном высоким содержанием глинистых частиц. Именно это свойство традиционно используют животноводы, так как сток с такыров является источником пресной воды, иногда единственным, на отдаленных пустынных пастбищах Кызылкумов и Устюрта.

Интенсивное освоение аридных территорий Узбекистана усилило антропогенный пресс на пустынные экосистемы Кызылкума и Устюрта. Использование этих пустынных территорий имеет многовековую историю, при этом воздействие человека не всегда носило позитивный характер. Влияние хозяйственной деятельности на растительность пустынь проявляется, в основном, в виде вырубки кустарников на топливо и экстенсивной пастбы скота, которая зависит от наличия водопойных пунктов для выпасаемых животных [8]. Наличие водоисточников сильно влияет на степень пастбищной нагрузки, из-за их отсутствия некоторые массивы пустынных пастбищ долгое время не используются. Неполное использование пастбищ и отсутствие выпаса приводят к их деградации, выражающейся в вытеснении ценной в кормовом отношении пастбищной растительности мхами и лишайниками. Обратная сторона этой проблемы, известное как «приколодезное опустынивание», вызывает необходимость снижения концентрации скота на пастбищных участках, прилегающих к колодцам и скважинам. Установление более равномерной пастбищной нагрузки на пустынные фитоценозы путем рассредоточения стад скота и полного использования растительных ресурсов должна решить интенсификация работ по обводнению пастбищ, где определенная роль отведена такырному водоснабжению.

Распространение и площадь такырных почв. Узбекские почвоведы называют такыры и такыровидные почвы такырными почвами. Они

встречаются главным образом на древнедельтовых равнинах Амударьи, Сырдарьи и Кашкадарьи, а также в дельтах Зарафшана и Сурхандарьи. Довольно крупные отакыренные участки имеются на плато Устюрт [3]. В Северных Кызылкумах глинистые равнины (такырные почвы) широко распространены на север от Турткуля до южных склонов хребта Султануиздаг, на северо-запад от Кипчака, к востоку и северо-востоку от Чимбая и к югу от возвышенности Бельтау. Широкая полоса рассматриваемых глинистых поверхностей занимает территорию на юго-запад от Джусалов до Арала. В Центральных Кызылкумах такыры встречаются среди песков на коренных (третично-меловых) породах на выходе глин, по низким участкам. Их также много в Юго-Западных Кызылкумах, где такыры сочетаются с серо-бурыми почвами равнинных участков. На северо-запад от Бухары на большой площади такыры занимают пониженные места. Широкая полоса такыров и такыровидных почв располагается на юго-востоке Кызылкумов [5].

Общая площадь такырных почв в Узбекистане оценена в 16030 км², в том числе такыров 1350 км² [3]. По нашим подсчетам, выполненным планиметрическим методом в трехразовой повторности по крупномасштабным картам для пустыни Кызылкум (в пределах Узбекистана), площадь такыров и такыровидных почв равна 8670 км² [10]. Если к этому значению прибавить площадь такыров на плато Устюрт (6000 км², по другим оценкам 4000 км² [5]) и в Сухандарьинской области (300 км²), которые не являются географически частью Кызылкумов, то общая площадь такырных почв составляет около 15000 км². Уменьшение площади можно объяснить их использованием под орошение, особенно это касается такыровидных почв, которые являются землями первоочередного освоения. Распределение такырных почв по областям в пределах пустынной зоны Узбекистана приведено в табл. 1.

Таблица 1

Площадь такырных почв в зоне пустынных пастбищ
Кызылкумов и Устюрта

Административные единицы и округа	Площадь такырных почв		Объемы поверхностного стока, тыс. м ³
	км ²	%	
Каракалпакстан	3260	21,8	50384
Бухара	2610	17,4	40334
Кашкадарья	1735	11,6	26800
Навои	1065	7,1	16482
Сухандарья*	300	2,0	2773
Устюрт*	6000	40,1	23530
Всего:	14970	100	160303

Примечание: * – объем стока принят по данным [5].

Оценка ресурсов поверхностного стока. С целью оценки объема временного поверхностного стока были обследованы 24 такыра на юге, в центре и на севере Кызылкумов. В полевых условиях определялась площадь каждого такырного водосбора, оценивалось состояние поверхности и степень деградации, отбирались образцы почв для лабораторного анализа, проводились измерения коэффициента инфильтрации [9]. Были также обработаны многолетние метеорологические данные по стокообразующим осадкам за весенние месяцы как наиболее продуктивного периода в плане образования поверхностного стока. Принятые коэффициенты стока были получены как расчетным методом, так и объемным методом на трех из экспериментальных такыров в полевых условиях. Расчетным методом объем стока можно вычислить по следующей формуле:

$$Y = x \cdot F \cdot n,$$

где Y – объем стока; x – месячная сумма осадков; F – площадь такыров; n – принятый коэффициент стока.

В табл. 2 приведены некоторые результаты полевых изысканий и анализа полученных данных. Как видно дни со стокообразующими осадками (> 5мм) в среднем составляют от 27 до 40 % от общего количества дней с осадками за данный месяц.

Таблица 2

Зональное распределение стокообразующих осадков, коэффициента и объема стока в пустыне Кызылкум

Месяц	Зональность, °с.ш.	Осадки слоем > 5 мм		Коэффициент стока	Средний объем стока, млн. м ³
		дни	%		
Март	Юг 38,0...39,5	2,1	27,0	0,25	15,8
	Центр 39,6...41,5	1,8	25,0	0,24	14,3
	Север 41,6...43,5	2,4	28,6	0,28	27,9
Апрель	Юг 38,0...39,5	2,4	30,2	0,26	12,3
	Центр 39,6...41,5	2,3	29,9	0,25	10,4
	Север 41,6...43,5	3,0	37,0	0,31	24,5
Май	Юг 38,0...39,5	2,2	37,3	0,28	6,3
	Центр 39,6...41,5	1,9	34,0	0,29	6,9
	Север 41,6...43,5	2,5	40,4	0,34	15,2

Расчеты ресурсов временного поверхностного стока для среднего по водности года (50 %-ой обеспеченности) для пустынной территории Узбекистана были приведены в табл. 1. Общий объем ресурсов поверхностного стока, образующегося после выпадения атмосферных осадков на поверхности такырных почв, составляет 160,3 млн. м³ воды. Это на 62 %

больше, чем данные оценочных расчетов, выполненных Г.Т. Лещинским (99 млн. м³). О том, что данные в работе [5] занижены автор пишет « ... приняв для такыровидных водосборов расчетную площадь в 10 км², мы сознательно идем на уменьшение водных ресурсов примерно в 2 раза». Если учесть, что расчеты [10] выполнены только для весенних месяцев, и не включают сток осенне-зимних осадков, а это примерно составляет 35...40 % от годовой нормы атмосферных осадков, то наши данные примерно сопоставимы с результатами [5].

Сельскохозяйственное использование такырного стока. В Каракумах и Кызылкумах с исторических времён используются воды такыров и такыровидных почв. Об этом пишет известный учёный пустыновед В.Н. Кунин [2]. « ... нередко самыми дешевыми и наиболее доступными являются местные воды, формирующиеся в пределах самой пустыни. Коренное население выработало различные, часто весьма эффективные способы накопления этих вод и эксплуатации местных ресурсов, что позволяло ему в течение веков вести в пустыне животноводческое хозяйство». Таким примером могут служить сардобы – закрытые резервуары, которые традиционно использовались для хранения стока такыров. На территории Лебапского ваялата Туркменистана и Бухарской области Узбекистана сохранились сардобы, построенные ещё во времена «Великого шелкового пути». Они представляют собой кирпичное сооружение с купольным покрытием.

Местные воды пустыни, в первую очередь сток такыров, использовались не только для организации водопоя, но и для хозяйственно-коммунальных нужд и выращивания сельскохозяйственных культур – бахчи, винограда, плодовых культур и даже зерновых. В научной литературе опубликован ряд работ об этом способе под названием: «ойтачное земледелие». Ойтаки – небольшие понижения, занятые луговыми почвами поверхностного увлажнения. Поверхностный сток с такыров, собираясь в ойтачных понижениях насыщают влагой почву, обеспечивая потребность растений в воде и других питательных веществах. Для увеличения поступления воды в ойтаки по поверхности такыра устраивают водосборные каналы. В некоторых случаях, для эффективного использования такырной воды, земледельцы окаймляют ойтак земельными валиками и направляют к нему при помощи борозд сток воды с расположенных выше территорий. Глубина ойтаков небольшая и изменяется от 20...60 см и очень редко до 1 м, очертание большей частью округлое и котловинообразное. Ойтаки в некоторых районах располагаются отдельными крупными массивами, а в других районах – небольшими площадями. Таким образом, ойтачное земледелие

лие представляет собой разновидность земледелия, где увлажнения почвы осуществляется по типу лиманного орошения.

В Национальном институте пустынь, растительного и животного мира Минприроды Туркменистана проведен ряд научных исследований по созданию искусственных пастбищ с использованием стока с такыров, который можно было с успехом применить и в Кызылкумах. Опытные работы проведены в двух природных районах Туркменистана – в Центральных Каракумах и в Западном Туркменистане, результаты этих исследований отражены подробно в научных трудах [1, 7]. Создание искусственных пастбищ осуществляется путем накопления такырного стока в бороздах, которые устраивают на поверхности такыров. Протяженность борозды для Западного Туркменистана – 1440 погонных метров (п.м.), для Центральных Каракумов – 700 п.м. Количество семян для создания пастбищных угодий принимается: для Западного Туркменистана в расчёте на 1 га – 1,8 кг, из них 0,8 кг – семян черного саксаула (*Hallohylon aphyllum*), 1 кг – черкеза Рихтера (*Solsola richteri*), для Центральных Каракумов – 10 кг, из них 2 кг – семян белого саксаула (*Hallohylon persicum*), 5 кг – чёрного саксаула (*Hallohylon Aphyllum*), 3 кг – черкеза Рихтера (*Solsola richteri*). Для получения достаточной всхожести в неблагоприятные годы посев производится повторно. Нормы повторного посева составляют 0,3...0,5 кг семян черного саксаула на 1 га, а в Центральных Каракумах – 5...7 кг, из расчета 1...2 кг семян белого саксаула, 2...3 кг черного и 2...3 кг – черкеза Рихтера.

Считается, что после 4-х летнего срока искусственные пастбища можно использовать для выпаса мелкого рогатого скота. Результаты опытов показывают, что в четырехлетнем возрасте высота черного саксаула и черкеза Палецкого в бороздах достигает 1,5...2,5 м, черкеза Рихтера – 0,7...1,2 м. Следовательно, в это время запас сырой древесины черного саксаула составляет 15...18 ц/га, а валовой запас поедаемой массы – до 12 ц/га. Кроме того, во влагонакопительных бороздах самосевом прорастает множество травянистых растений, которые в отдельные годы дают урожай 10...15 ц/га сырой массы.

Опытные работы по использованию стока такыров для выращивания винограда и плодовых культур проводились в Западном Туркменистане в районе поселка Джебел [4]. Для проведения опытных работ выбраны такыры слоистого сложения с мощностью верхних горизонтов суглинков и глин не менее 2...2,5 м. Для посадки саженцев винограда и плодовых культур нарезаются по поверхности такыров вегетационные борозды из расчета 400...500 погонных метров на 1 га. Глубина борозды – 0,4...0,5 м, по дну которой вы-

капывают посадочные лунки через 3 м друг от друга (130...160 ям на 1 га) при помощи ямокопателей или вручную. В лунки, составляющие глубину 0,7...0,8 м, вносится 6...9 кг навоза в смеси с грунтом, 60 г аммиачной селитры и 100 г суперфосфата. После промокания почвогрунта под бороздами на глубину 2,5...3,0 м в феврале – марте приступают к посадке. Перед посадкой борозды обновляются с помощью канавокопателей. Следует отметить, что виноград и плодовые культуры начинают давать урожай с 4 года посадки. Следовательно, за три года приходится ежегодно производить профилактические работы, такие как: ремонт борозд, обрезка винограда и крон деревьев, рыхление приствольных лунок и прополка, а также охрана насаждений.

Известно, что в условиях пустыни определяющим фактором для организации производства и расположения населенных пунктов, является наличие пригодных водных ресурсов [6]. Обследование местонахождения 26 населенных пунктов в Центральных Каракумах свидетельствуют о том, что 14 из них расположены вокруг такыров больших и малых размеров. Их водным источником служит поверхностный сток с такыров. На количество жителей населенных пунктов в определенной степени влияет объем стока такыра. На больших такырах расположены населенные пункты с жителями в количестве 70...100 человек, а на малых такырах – 14...20 человек. Преимущество расположения населенных пунктов вокруг такыров заключается еще и в том, что жилые дома и другие бытовые объекты не подвергаются выдуванию, они расположены близко к колодцам и водным резервуарам. Равнинность рельефа обеспечивает хорошую видимость, что способствует сохранности поголовья, глина такыров является хорошим и прочным строительным материалом, которая используется столетиями для возведения хозяйственных построек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по растениеводческому освоению такыров и такыровидных почв на базе местного стока. – Ашхабад, 1964. – 27 с.
2. Кунин В.Н. Местные воды пустыни и вопросы их использования – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 283 с.
3. Лавров А.П. О распространении такыров в Средней Азии и Казахстане. // Проблемы освоения пустынь. – 1984. – №1. – С. 59-62.
4. Лалыменко Н.К., Лалыменко И.И., Бердыев С.. Освоение такыровых почв с использованием местного поверхностного стока. – Ашхабад: 1983. – 267 с.
5. Лещинский Г.Т. Ресурсы временного поверхностного стока пустынь Средней Азии и Западного Казахстана. – Ашхабад: Ылым, 1974. – 185 с.

6. Мамедов Б.К., Атаев А., Непесов Б. Пути эффективного использования такырного стока. // Сельское хозяйство Туркменистана. – 2002. – № 11. – С. 34-36.
7. Мухаммедов Г.М. Улучшение пастбищ Центральных Каракумов. – Ашхабад: Блым, 1979. – 215 с.
8. Опустынивание в Узбекистане и борьба с ним. – Ташкент: Фан, 1988. – 156 с.
9. Groesz F. Takyr spotting: the detection of takyr in the Aral Sea Basin and the classification according to their suitability for collecting runoff. MSc thesis – 2000/
10. Stroosnijder L., Berliner P., Mamedov B., Poberegski L. Assessment of the agricultural potential of an indigenous water harvesting system in the Central Asian desert (AWACAD): Final Report – 2002. EC Project IC15-CT98-142, p. 95.

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

**ЎЗБЕКІСТАН ШӨЛДІ АЙМАҒЫ ТАҚЫР
СУЖИНАЛЫМДАРЫНЫҢ ЖЕР БЕТІ АҒЫН ҚОРЛАРЫН
БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚТА ҚОЛДАНУ
МӘСЕЛЕЛЕРІ**

А.-ш. ғылымд. канд. Б.К. Мамедов

Тақыр-халық термині, түрік тілінен аударғанда – жалаң, қасқа, өсімдіктен айырылған, деген мағына береді. Тақыр беттердің басқа мінездемелік белгісі –оның үлкен суұстау қабілеттілігі құрамындағы сазды бөлшектермен ерекшелінеді. Малишаруашылығында осы ерекшелігін кеңінен қолданады, өйткені тақырдан аққан су тұщы су көзі, кейде Қызылқұм және Үстірт алшақ шөлді жайылымдарында жалғыз ғана болып табылады.

УДК 551.501: 629.195.1

**ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ДЛЯ РАСЧЕТОВ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ И
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Доктор техн. наук А.Х. Ахмеджанов
Канд. техн. наук Т.К. Караданов

Разработаны алгоритмы применения данных дистанционного зондирования для восстановления оптических параметров атмосферы в момент космической съемки.

Изучение природных процессов требует регулярного получения и анализа объективных данных о разных компонентах окружающей среды. Такие данные должны покрывать всю поверхность Земли, накапливаться в течение длительного периода и охватывать широкий спектр излучения. Эти свойства присуще данным спутникового зондирования [1, 7, 8]. Применение космических данных в решении различных задач оценки состояния природной среды имеют решающее значение. Разработаны методы улучшения их качества космических изображений, методы распознавания земных объектов. С учетом этих требований с начала 1980-х годов в Национальном Управлении по Аэронавтике и Космонавтике (NASA) США разрабатывалась программа EOS (Earth Observing System). Ее основные составляющие: 1) серии искусственных спутников Земли, предназначенных для изучения глобальных изменений во всей их сложности; 2) передовая компьютерная сеть для обработки, хранения и распространения данных (EOSDIS); 3) научные коллективы по всему миру для анализа этих данных. В рамках программы EOS в 1999 году был запущен спутник EOS-AM1 (под названием Terra) и EOS-PM1 (Aqua) в 2002. Спутники имеют солнечно-синхронные полярные орбиты (высота – 705 км, период обращения – 99 мин, наклонение – 98,2°; EOS-AM1 пересекает экватор, двигаясь с севера на юг в 10.30 по местному времени, а EOS-PM1 – с юга на север – в 13.30). Аппаратура спутника Terra – это пять съемочных систем, предназначенных для одновременного согласованного сбора информации о радиационном балансе Земли, атмосферной циркуляции, взаимодействии суши и океанов, биопродуктивности, свойствах поверхности суши. Основные характеристики: MODIS состоит из двух сканирующих спектрометров, один из которых

(MODIS-N) снимает в надир, а ось съемки другого (MODIS-T) может быть отклонена. 36 спектральных зон MODIS охватывают диапазон с длинами волн от 0,4 до 14,4 мкм. Съемка в двух зонах (620...670 и 841...876 нм) ведется с разрешением 250 м, в пяти зонах видимого и ближнего инфракрасного диапазона с разрешением 500 м, а в остальных (диапазон от 0,4 до 14,4 мкм) – 1000 м. Радиометрическое разрешение исходных снимков весьма высоко: 12 бит. Пиковая скорость передачи данных составляет 10,6 Мбит/с. Траектория движения носителя и угол обзора системы 110° (ширина полосы обзора 2330 км) позволяют MODIS за сутки получать изображение почти всей поверхности Земли, за исключением узких промежутков между полосами сканирования в низких широтах. При проектировании системы MODIS была сделана ставка на специализированные виды продукции, представляющие результаты специальной обработки данных в определенных зонах, предусматривающей получение вторичных изображений, обеспечивающих изучение избранных объектов и явлений.

При изучении земной поверхности с космических аппаратов полезной информацией являются регистрируемые со спутников интенсивности солнечной радиации, отраженной от естественных образований на земной поверхности. Актуальной задачей является их максимальное использование для получения параметров состояния атмосферы и земной поверхности, дополняющие результаты наземных исследований оптических параметров атмосферы. Этой задаче посвящена данная работа, поскольку исследования физических параметров земной поверхности и атмосферы по данным космического зондирования могут быть объединяющими результаты ранее проведенных наземных и экспериментальных работ.

ENVI (Environment for Visualizing Images – среда для отображения снимков) является наиболее совершенным и в то же время очень простым в управлении программным обеспечением для работы с данными дистанционного зондирования. ENVI включает в себя функции обработки и глубокого анализа гиперспектральных снимков по исправлению геометрических и радиометрических искажений, поддержки объемных растровых и векторных форматов, по интерактивному улучшению изображений, по интерактивному дешифрированию и классификации, по анализу снимков в радиодиапазоне, оцифровки и многие другие возможности. В отличие от других пакетов по обработке снимков, в ENVI встроен удобный язык программирования IDL (Interactive Data Language), так что Вы можете расширить функциональные возможности ENVI или создать собственные под-

программы. Открытая архитектура ENVI обеспечивает удобство обработки данных, полученных со спутников Landsat, SPOT, RADARSAT, NASA, NIMA, NOAA, EROS Data Center, Space Imaging, Terra, ESA, а также предусматривается включение в этот список EartWatch и ORBIMAGE и других спутников.

Общая технологическая схема ввода, обработки и вывода данных в ГИС (рис.), поддерживаемая соответствующими программными средствами, представлена в виде набора функциональных блоков, среди которых принято выделять следующие: ввод и редактирование данных, поддержка математических моделей природных процессов с применением наземных и пространственных данных, хранение данных, проектирование и ведение баз данных (БД) атрибутивной информации ГИС, поддержка функций систем управления базами данных (СУБД), преобразование систем координат и трансформация картографических проекций, растрово-векторные операции, пространственное моделирование (геомоделирование), построение и использование моделей пространственных объектов, их взаимосвязей и динамики процессов средствами встроенных функций пространственного моделирования и создания интерфейса с моделями вне среды ГИС.



Рис. Алгоритм применения спутниковой информации для расчета физических параметров атмосферы.

В блок математического моделирования входят численные модели переноса излучения в атмосфере с учетом граничных условий поступления солнечного излучения в атмосферу, рассеяния в атмосфере и отражения от земной поверхности. Измеряемые на спутнике величины radians

(интенсивность поступающего на сканер излучения $\text{вт/м}^2 \cdot \text{мкм ср}$), reflection (отношение поступающего на сканер излучения на спектральную солнечную постоянную), а также материалы NASA для сканера MODIS дают возможность определения количественные значения физических параметров атмосферы.

Обратным задачам переноса излучения в атмосфере уделено много внимания. В работах [2-6, 9, 10] исследовались основные свойства радиационных потоков и рассмотрены математические проблемы их решения. Оптические параметры, заложенные в эти задачи, задавались либо априорно, либо по данным наземных измерений. Поэтому актуальной задачей является их максимальное использование для получения параметров состояния атмосферы и земной поверхности.

При изучении земной поверхности с космических аппаратов полезной информацией являются регистрируемые со спутников характеристики солнечной радиации, отраженной от естественных образований на земной поверхности, или характеристики их собственного излучения. Учитывая различие в рассеянии прямой и рассеянной радиации, удобно разделить последние члены в уравнениях переноса излучения в атмосфере на две части – на первичное и многократное рассеяние.

Ослабление солнечного излучения в атмосфере происходит за счет двух процессов: поглощения и рассеяния. Поглощенная солнечная радиация переходит в другие виды энергии, в основном в тепловую, т.е. расходуется на нагревание воздуха. Поглощение солнечной радиации газами атмосферы носит избирательный, или селективный, характер, т.е. поглощаются определенные длины или участки длин волн. Главными поглотителями солнечной радиации являются озон, водяной пар и углекислый газ. Основное поглощение происходит в УФ- и ИК-областях солнечного спектра. В видимой части спектра поглощение играет малую роль в сравнении с рассеянием. Именно за счет рассеяния происходит главное ослабление световых солнечных лучей. Оптическая толщина (оптическая толща) среды τ_λ , безразмерная величина, характеризующая ослабление оптического излучения в среде за счёт совместного действия поглощения света и рассеяния света (но без учёта эффектов усиления излучения, обусловленного многократным рассеянием). Оптическая толщина слоя среды связана с его прозрачностью P соотношением $\tau_\lambda = -\ln P_\lambda$. Индикатриса при аэрозольном и релеевском рассеянии представляется по формуле предложенной В.Г. Фесенковым.

Учитывая различие в рассеянии прямой и рассеянной радиации, удобно разделить последние члены в уравнениях переноса излучения в атмосфере на две части – на однократное и многократное рассеяние. Наземные экспериментальные работы показали, что в полном рассеянии солнечного излучения большую часть составляет однократное рассеяние (свыше 80 %). При условии однократного рассеяния излучения в атмосфере введем средневзвешенную индикатрису, учитывающую релеевское и аэрозольное рассеяние. Средневзвешенная индикатриса в нижних слоях атмосферы в основном определяется аэрозольной составляющей, которая оказывается намного больше релеевской. С ростом высоты концентрация аэрозолей в атмосфере убывает и увеличивается роль релеевского рассеяния. Однако данные наблюдений показывают, что и в верхних слоях атмосферы встречаются замутненные слои, в которых индикатриса рассеяния сильно вытянута вперед. Вообще, изменчивость индикатрисы и оптических толщин наряду с чисто математическими трудностями приводит к практической невозможности корректного решения уравнений переноса рассеянной радиации. Изменение индикатрисы с высотой не очень сильно влияет на поток рассеянной радиации (в отличие от интенсивности).

В случае многократного рассеяния альбедо A_λ определяется следующим образом:

$$A_\lambda = \frac{\pi(I - I^{(0)})}{\psi \left(g(\mu_0, \varphi_0) E_\lambda e^{-\tau(h)/\mu_0} + \int_0^{2\pi} \int_0^1 I^{(0)} \mu d\mu d\varphi + (I - I^{(0)}) \right) \cdot \int_0^{2\pi} \int_0^1 \psi \mu d\mu d\varphi},$$

где $I(z, \mu, \varphi)$ – сигнал со спутника, а $I^{(0)}(z, \mu, \varphi)$ и $\psi(z, \mu, \varphi)$ определяются из следующих задач:

$$\mu \frac{\partial I^{(0)}}{\partial z} + \sigma I^{(0)} = \frac{\sigma_s}{4\pi} \left[\int_0^{2\pi} \int_{-1}^1 g(\mu, \mu', \varphi, \varphi') I(z, \mu', \varphi') d\mu' d\varphi' + \pi \sigma_s g(\mu, \varphi) E_\pi e^{-\tau/\mu} \right]$$

$$I^{(0)}(0, \mu, \varphi) = 0 \quad \text{при } \mu > 0, \quad I^{(0)}(H, \mu, \varphi) = 0 \quad \text{при } \mu < 0$$

$$\mu \frac{\partial \psi}{\partial z} + \sigma \psi = \frac{\sigma_s}{4\pi} \left[\int_0^{2\pi} \int_{-1}^1 g(\mu, \mu', \varphi, \varphi') \psi(z, \mu', \varphi') d\mu' d\varphi' \right]$$

$$\psi(0, \mu, \varphi) = 0 \quad \text{при } \mu > 0, \quad \psi(0, \mu, \varphi) = 1 \quad \text{при } \mu < 0.$$

В этих выражениях $I(z, \mu, \varphi)$ – интенсивность излучения; $\mu = \cos\theta$, θ – угол зондирования ($\mu > 0$ – соответствует нисходящему потоку, $\mu < 0$ – восходящему); S_λ – поток солнечной радиации на верхней границе атмосферы; $g(\gamma)$ – индикатриса рассеяния; γ – угол рассеяния; A_λ – альбедо

земной поверхности; μ_0, φ_0 – направление распространения солнечного излучения; σ_s – коэффициент рассеяния излучения; τ_λ – оптическая толщина атмосферы; $\sigma = \sigma_s + \sigma_n$, σ_n – коэффициент поглощения излучения; z, φ, θ – сферическая система координат.

Рассмотрим решение задачи. Уравнение представим в виде конечно-разностной схемы с направленными разностями, а двойной интеграл в правой части уравнения в виде двойного ряда с использованием метода Симпсона для вычисления определенных интегралов.

$$\mu \frac{I_{i,j,k} - I_{i,j,k-1}}{h} + \sigma I_{i,j,k} = \frac{\sigma_s}{2\pi} F1_{i,j,k} + F_{i,j,k}, \text{ при } \mu > 0$$

$$\mu \frac{I_{i,j,k+1} - I_{i,j,k}}{h} + \sigma I_{i,j,k} = \frac{\sigma_s}{2\pi} F1_{i,j,k} + F_{i,j,k}, \text{ при } \mu < 0$$

где h – шаг расчетной сетки по z ,

$$F_{i,j,k} = \pi g_{i,j} E_\lambda e^{-\frac{\tau}{\mu}}, \text{ при } \mu > 0$$

$$F_{i,j,k} = \pi g_{i,j} E_\lambda e^{\frac{\tau}{\mu}}, \text{ при } \mu < 0$$

$$F1_{i,j,k} = \sum_{m=1}^M g_{i,j,1,m} I_{1,m,k} + \sum_{m=1}^M g_{i,j,N,m} T_{N,m,k} + 2 \sum_{n=2}^{N-1} g_{i,j,n,1} T_{n,1,k} + 2 \sum_{n=2}^{N-1} g_{i,j,n,M} T_{i,j,n,M} + 4 \sum_{m=2}^{M-1} \sum_{n=2}^{N-1} g_{i,j,n,m} T_{i,j,n,m}$$

Итерационный алгоритм по определению искомой функции $I_{i,j,k}$ заменяется в виде:

$$I_{i,j,k}^{n+1} = (\mu I_{i,j,k-1}^{n+1} + h \frac{\sigma_s}{2\pi} F1_{i,j,k} + F_{i,j,k} h) / (\mu + \sigma h), \text{ при } \mu > 0$$

$$I_{i,j,k}^{n+1} = (-\mu I_{i,j,k+1}^{n+1} + \frac{\sigma_s}{2\pi} h F1_{i,j,k} + F_{i,j,k} h) / (\sigma h - \mu), \text{ при } \mu < 0$$

В $F1_{i,j,k}$ входит определяемая функция $I_{i,j,k}^n$. В первом приближении $I_{i,j,k}^{(1)} = 0$.

Рассчитаны значения спектрального альbedo для различных типов почв земной поверхности. Получено удовлетворительное согласование расчетных данных и данных наземных измерений альbedo земной поверхности. Значения спектрального альbedo водной поверхности Каспийского моря после атмосферной коррекции совпадают с наблюдаемыми значениями альbedo водной поверхности. Перепад значений спектрального альbedo водной поверхности до и после атмосферной коррекции составил менее 3 %.

Применение спутниковой информации при расчетах оптической толщины атмосферы дает возможность исследования территориального

распределения этого физического параметра, что может позволить не только проводить атмосферную коррекцию космических изображений, но и изучать физические процессы поглощения и рассеяния солнечного излучения в атмосфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков А.В., Тимофеев Ю.М. Предельные точности восстановления вертикальных профилей атмосферных параметров (спутниковый метод прозрачности). 2. Спектральный коэффициент аэрозольного ослабления // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2003. – Т. 39. – № 2. – С. 262-268.
2. Султангазин У.М. Математические проблемы построения алгоритмов атмосферной коррекции в дистанционном зондировании // Вестник Кыр. Гос. Ун-та, 2001. – Сер. 3. – Вып. 5. – С. 15-26.
3. Султангазин У.М., Ахмеджанов А.Х. Численные методы восстановления вертикальных профилей температуры и удельной влажности по данным дистанционного зондирования из космоса // Гидрометеорология и экология. – 2001. – № 1-2. – С. 7-10.
4. Султангазин У.М., Ахмеджанов А.Х. Об одном методе восстановления альбедо земной поверхности по данным космического зондирования // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №3-4. – С. 7-16.
5. Султангазин У.М., Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К. Алгоритм расчета интенсивности солнечного излучения при условии многократного рассеяния на основе спутниковых данных // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №2. – С. 7-19.
6. Султангазин У.М., Ахмеджанов А.Х., Глушко В.Н., Егорова Л.А., Караданов Т.К., Лысенко П.Г. Шагарова Л.В. Спектральная и пространственная атмосферная коррекция данных дистанционного зондирования со спутника «TERRA/MODIS» // Оптика атмосферы, СО РАН. – 2007. – Том 20. – №3. – С. 258-261.
7. Chu D.A., Kaufman Y.J., Ichoku C. Validation of MODIS aerosol optical depth retrieval over land // Geophys. Res. Lett. 2002. V. 29. № 12. P. MOD 2/1-MOD 2/4.
8. Ichoku C., Levy R., Kaufman Y.J. et al. Analysis of the performance characteristics of five-channel Microtops II Sun photometer for measuring aerosol optical thickness and precipitable water vapor // J. Geophys. Res. D. 2002. V. 107. № 13. P.5/1–5/17.

9. Sultangazin U.M. Mathematical problems connected with construction of algorithms for atmosphere correction in remote sensing // Journal of Inverse and ILL-Posed Problems. The Netherlands, Vol. 9, № 6, 2001, – P. 655-668.
10. Sultangazin U.M., Ahmedzhanov A.H., Glushko V.N. Numerical methods of reconstruction of optical parameters of terrestrial surface and atmosphere using remote sensing // Mathematics and Computers in Simulation, Volume 67, Issue 4-5, 3 December 2004, – P. 391-398.

Институт космических исследований, г. Алматы

**АТМОСФЕРАНЫҢ ЖӘНЕ ЖЕР БЕТІНІҢ ОПТИКАЛЫҚ
ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУДЕ ҒАРЫШТЫҚ БАРЛАУ
МӘЛІМЕТТЕРІН ҚОЛДАНУ**

Техн. ғылымд. докторы А.Х. Ахмеджанов

Техн. ғылымд. канд. Т.К. Қараданов

Ғарыштық түсірілім кезіндегі атмосфераның оптикалық параметрлерін қалпына келтіру үшін дистанциялық барлау мәліметтерін қолдану алгоритмі өңделген.

УДК 556.552.3(282.255.5)

**ВОДНЫЙ БАЛАНС ОЗЕРА БАЛХАШ ЗА ПЕРИОД С 2000
ПО 2009 ГОДЫ**

Канд. геогр. наук В.П. Попова
Канд. техн. наук С.П. Шиварева
А.О. Домран

Приведены результаты расчета годового водного баланса оз. Балхаш и его составляющих за период с 2000 по 2009 гг. Начиная с 2005 г., происходит падение уровня оз. Балхаш и, как следствие, уменьшение объема озера. С 1.01.2005 г. по 1.01.2010 г. объем озера уменьшился на 9,07 км³.

Озеро Балхаш относится к числу крупнейших естественных водоемов земного шара. Его протяженность – 600 км, средняя ширина – 30 км. Площадь водного зеркала за период систематических наблюдений на озере (1937...2009 гг.) изменялась от 15,3 до 20,3 тыс. км², объем водной массы – от 80,4 до 124,8 км³, а средняя глубина – в пределах 5,3...6,1 м. Озеро получает питание с огромного бассейна площадью 413 тыс. км² [2]. Однако действующая часть водосбора составляет всего около 182 тыс. км², в которую входят бассейны рек Или, Каратал, Аксу и Лепсы, впадающие с юга и юго-востока. Уникальной особенностью озера является то, что узким проливом Узун-Арал озеро Балхаш делится на две обособленные части: западную – большую по площади (более 10 тыс. км²), но более мелководную (до 11 м); и восточную – площадью более 7 тыс. км² и глубиной до 26 м.

Вторая особенность озера заключается в том, что практически вся поступающая в него вода расходуется на испарение, а в условиях затрудненного водообмена, между западной и восточной частями Балхаша через пролив Узун-Арал, в них создается различный солевой режим и разная степень минерализации воды. В восточной части озера минерализации воды превышает 4 г/дм³. Западная же часть под влиянием обильного притока сравнительно слабо минерализованных вод Иле сильно опреснена. Минерализация воды здесь не превышает 0,5...1,5 г/дм³.

Водный баланс отражает совокупное воздействие всех факторов, влияющих на изменение водной массы водоема, обусловленное периодическими и циклическими колебаниями климата, а также антропогенной

деятельностью на самом водоеме или на его водосборе. В соответствии с изменением влияющих природных условий, а также в зависимости от степени хозяйственной освоенности водоема, количественное соотношение приходно-расходных элементов баланса изменяется по времени, т.е. соответственно изменяются водные ресурсы водоема. Оценка водных ресурсов внутренних водоемов на основании водного баланса в целях их рационального использования является одной из главнейших задач изучения гидрометеорологического режима водоемов [1].

Результатами предшествующих исследований являются величины годовых водных балансов оз. Балхаш за условно-естественный период (1937...1969 гг.) и за период со значительным влиянием хозяйственной деятельности (1970...2000) [4].

В данной работе изложены результаты расчета составляющих водного баланса оз. Балхаш (поступление поверхностных вод в восточную и западную части озера, испарение с водной поверхности) и водный баланс озера за период с 2000 по 2009 гг.

Для расчетов ежегодных водных балансов оз. Балхаш принято следующее уравнение:

$$V_{нов} + V_{подз} + V_x - V_u = \Delta W ,$$

где $V_{нов}$ – приток поверхностных вод в озеро, км³/год; $V_{подз}$ – приток подземных вод в озеро, км³/год; V_x – атмосферные осадки, выпавшие на водное зеркало, км³/год; V_u – испарение с водной поверхности, км³/год; ΔW – изменение объема воды в озере за год, км³/год. Все элементы водного баланса определялись по методике, изложенной в монографии [3].

Для расчетов водного баланса, прежде всего, необходимо рассчитать характеристики водоема за каждый год (объем, площадь, среднюю глубину). Изменение объема озера по годам рассчитано по уровням воды оз. Балхаш на первое января каждого года. При расчете площадей водной поверхности использованы среднемесячные уровни воды оз. Балхаш.

На рис. 1 приведено изменение среднегодового уровня воды озера и его годовое приращение за период с 2000 по 2009 гг.

При расчетах годовых водных балансов за последние годы возникали большие затруднения, связанные с недостаточностью, а порою и с отсутствием необходимой информации. Это относится к расчету поступления воды, особенно в восточную часть озера. Следует также отметить невысокую точность измерения составляющих водного баланса в начале 2000-х годов.

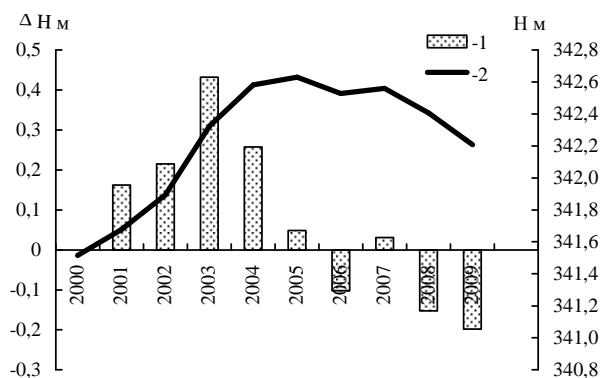


Рис. 1. Изменение среднего уровня оз. Балхаш за период 2000...2009 гг.
1 – приращение уровня за год, 2 – средний уровень за год

В табл. 1 представлены годовые величины притока воды в Западный и Восточный Балхаш. Наибольшее поступление речного стока в Западный Балхаш наблюдалось в 2002 г., его величина составила $13,75 \text{ км}^3$, наименьшее – в 2009 г. ($9,79 \text{ км}^3$). Наибольшее поступление воды в Восточный Балхаш – $4,97 \text{ км}^3$ было в 2005 г., наименьшее – $2,14 \text{ км}^3$ наблюдалось также в 2009 г. В 2002 г. отмечено максимальное поступление поверхностного стока в озеро, величина которого составила $18,02 \text{ км}^3$, наименьшее – в 2009 г. ($11,93 \text{ км}^3$). Среднее значение поступления воды в озеро – $15,21 \text{ км}^3$, за период с 2000 по 2009 гг. в оз. Балхаш поступило $152,1 \text{ км}^3$.

Таблица 1

Поступление поверхностных вод в оз. Балхаш

Год	р. Или – уроч. Капчагай		Потери в дельте р. Или, км^3	Приток в Западный Балхаш, км^3	Приток в Восточный Балхаш		Приток в оз. Балхаш, км^3
	$\text{м}^3/\text{с}$	км^3			$\text{м}^3/\text{с}$	км^3	
2000	515	16,29	5,72	10,57	80,3	2,54	13,11
2001	507	16,00	5,66	10,34	115	3,63	13,97
2002	676	21,37	7,62	13,75	135	4,27	18,02
2003	590	18,67	5,86	12,81	134	4,25	17,06
2004	560	17,72	4,66	13,06	120	3,79	16,85
2005	470	14,83	2,83	12,00	157	4,97	16,97
2006	502	15,86	3,55	12,31	100	3,16	15,47
2007	516	16,32	4,13	12,19	101	3,20	15,39
2008	424	13,40	2,63	10,77	79,2	2,50	13,27
2009	396	12,53	2,73	9,79	67,9	2,14	11,93
Среднее	516	16,30	4,54	11,76	112	3,45	15,21
Сумма		163,0	45,4	117,6		34,5	152,1

Одной из приходных частей водного баланса являются атмосферные осадки, выпадающие на акваторию озера, результаты расчета которых приведены в табл. 2

Таблица 2

Объем и слой воды, поступившей в оз. Балхаш за счет атмосферных осадков

Год	Объем осадков, км ³	Слой осадков, мм
2000	3,01	173
2001	3,47	196
2002	4,69	260
2003	4,32	241
2004	4,08	210
2005	3,06	157
2006	3,93	205
2007	3,37	174
2008	2,95	156
2009	3,97	214
Среднее за период	3,69	198

Наименьший слой осадков, выпавших на поверхность озера, 156 мм, наблюдался в 2008 г., наибольший – в 2002 г. и его величина составила 261 мм. Средний слой осадков – 198 мм. Наименьший объем осадков (2,95 км³) отмечен также в 2008 г, наибольший (4,69 км³) – в 2002 г. Средний объем осадков, выпавших на поверхность озера, составил 3,69 км³. Всего за десять лет на поверхность оз. Балхаш выпало 36,9 км³.

В табл. 3 помещены результаты расчета слоя и объема испарения с водной поверхности оз. Балхаш.

Таблица 3

Объем и слой воды, испарившейся с поверхности оз. Балхаш

Год	Объем испарения, км ³	Слой испарения, мм
2000	17,23	987
2001	17,20	970
2002	17,87	989
2003	16,66	880
2004	18,74	964
2005	19,63	1007
2006	19,25	1004
2007	17,35	898
2008	18,60	978
2009	17,69	950
Среднее за период	18,02	963

Слой испарения с водной поверхности за исследуемый период изменялся от 880 мм (2003 г.) до 1007 мм (2005 г.). Среднее значение испарения за период с 2000 по 2009 гг. составило 963 мм. С учетом площади озера рассчитаны объемы испарения, величины которых изменяются в пределах от 16,66 км³ до 19,63 км³. Средний объем испарения с водной поверхности озера за период с 2000 по 2009 гг. составил 18,02 км³. За десять лет с поверхности оз. Балхаш испарилось 180,2 км³.

Максимальный приток поверхностных вод в оз. Балхаш наблюдался в 2002...2004 гг. Именно в эти годы произошло наибольшее изменение водной массы озера (рис. 2), объем воды увеличился соответственно на 7,55; 6,16 и 3,64 км³.

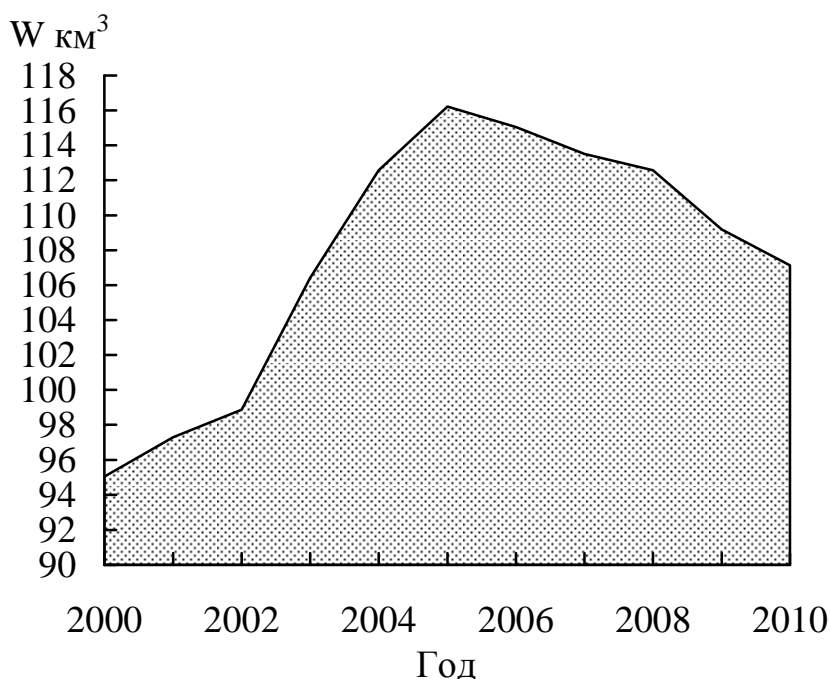


Рис. 2. Изменение объема воды за период 2000...2010 гг.

После расчета составляющих были составлены годовые водные балансы оз. Балхаш за период с 2000 по 2009 гг. В табл. 4 представлены балансы по годам и средний водный баланс за период с 2000 по 2009 гг.

С 2005 г. началось падение уровня озера и соответственно объема воды. За период с начала 2005 г. до конца 2009 г. объем озера уменьшился на 9,07 км³. В 2008 и 2009 гг. разность приходной и расходной частей водного баланса составила 2,262 и 2,255 км³.

Таблица 4

Средний водный баланс озера Балхаш за период 2000...2009 гг.

Компоненты водного баланса	Год										Средний
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Приходная часть, млн. м³											
р. Или – ГП Капшагай,	16292	15998	21373	18675	17719	14832	15864	16319	13404	12529	16301
Приток к восточной части	2540	3630	4270	4250	3790	4970	3160	3200	2500	2140	3546
Поверхностный приток	18832	19628	25643	22925	21509	19802	19024	19519	15904	14669	19746
Осадки	3007	3466	4695	4317	4081	3062	3933	3368	2951	3972	3760
Подземный приток	10	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10
Сумма	21849	23103	30348	27252	25599	22874	22967	22897	18865	18650	23617
Расходная часть, млн. м³											
Испарение	17233	17197	17868	16656	18736	19631	19248	17349	18599	17686	18108
Потери в дельте	5719	5659	7622	5861	4656	2831	3554	4130	2630	2734	4409
Сумма	22952	22856	25490	22517	23392	22463	22801	21479	21229	20420	22516
Объем на начало года, км ³	95,05	97,30	98,87	106,42	112,58	116,22	115,06	113,53	113	109,19	109,08
Объем на конец года, км ³	97,30	98,87	106,42	112,58	116,22	115,06	113,53	112,58	109	107,15	110,18
<i>Изменение объема, млн. м³</i>	2250	1570	7550	6160	3640	-1160	-1530	-950	-3390	-2040	1094
<i>Разность приходной и расходной частей</i>	-1103	248	4858	4735	2207	412	165	1418	-2364	-1770	1101
Абсолютная невязка, млн. м ³	-3353	-1322	-2692	-1425	-1433	1572	1695,5	2368	1026	270,1	6,61
Относительная невязка., %	-4,16	-1,47	-2,32	-1,34	-1,44	1,66	1,78	2,46	1,32	0,36	0,11

За период с 2000 по 2009 гг. основные составляющие водного баланса оз. Балхаш изменялись в следующих пределах: 11,93...18,02 км³/год – приток поверхностных вод в Балхаш; 2,95...4,70 км³/год – объем выпавших осадков; 16,66...19,63 км³/год – объем испарившейся воды. При этом средние за расчетный период значения составляющих водного баланса составили: приток – 15,21 км³/год, осадки – 3,69 км³/год, испарение – 18,02 км³/год.

На рис. 3 представлены доли вклада отдельных составляющих водного среднего баланса оз. Балхаш за период 2000...2009 гг.

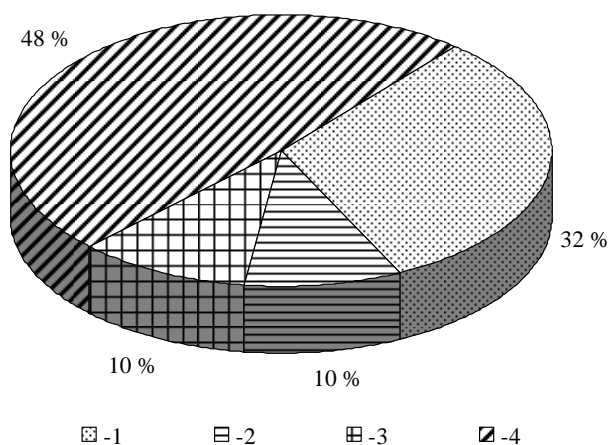


Рис. 3. Удельный вес различных элементов в приходной и расходной частях среднего водного баланса оз. Балхаш за период с 2000 по 2009 гг.

1 – приток в Западный Балхаш; 2 – приток в Восточный Балхаш;
3 – поступление воды за счет атмосферных осадков; 4 – испарение с водной поверхности.

Основными элементами водного баланса Балхаша является поверхностный приток и испарение с водной поверхности озера. В приходной части баланса основная доля принадлежит притоку поверхностных вод в Западный Балхаш по р. Или. Поступление воды в Восточный Балхаш соизмеримо с поступлением воды на поверхность озера с атмосферными осадками. Практически весь поступающий в озеро сток расходуется на испарение. На рис. 4 представлены водные балансы оз. Балхаш за период с 2000 по 2009 гг. в графическом виде.

Рассчитанные балансы оз. Балхаш за период с 2000 по 2009 гг. имеют абсолютную невязку в пределах от 3,35 км³ (2000 г.) до 0,27 км³ (2009 г.). Средняя абсолютная невязка водного баланса за период с 2000 по 2009 гг. составила 0,006 км³. Относительные невязки годовых водных

балансов находятся в пределах от минус 4,16 % (2000 г.) до 2,46 % (2007 г.), среднее значение – 0,11 %.

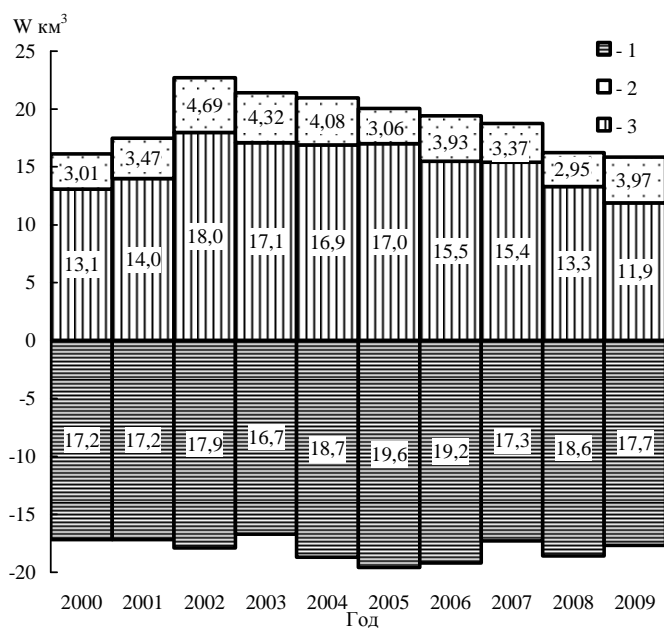


Рис. 4. Годовые водные балансы оз. Балхаш за период с 2000 по 2009 гг.
1 – испарение; 2 – поступление воды за счет атмосферных осадков;
3 – поверхностный приток.

Проанализировав полученные годовые водные балансы оз. Балхаш за последние годы, можно сделать вывод о том, что, начиная с 2005 г., происходит падение уровня оз. Балхаш и, как следствие, уменьшение объема озера. С 1.01.2005 г. по 1.01.2010 г. объем озера уменьшился на 9,07 км³.

Данная работа выполнялась в рамках научно-исследовательской программы «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Викулина З.А. Водный баланс озер и водохранилищ Советского Союза. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 174 с.
2. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш / Под ред. Самаковой А.Б. – Алматы: Каганат, 2003. – 585 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. / Под ред. Семенова В.П., Кудрина Р.Д. – Т. 13 – Вып.2 Бассейн озера Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 644 с.

4. Скоцеляс И.И., Попова В.П., Горкунова Т.Г. Водный баланс озера Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 2. – С. 47-61.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

**БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ 2000...2009 ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫНДАҒЫ СУ
БАЛАНСЫ**

Геогр. ғылымд. канд. В.П. Попова
Техн. ғылымд. канд. С.П. Шиварева
А.О. Домран

Балқаш көлінің 2000...2009 жылдар аралығындағы су балансын және оның құрушыларын есептеу нәтижелері келтірілген.

УДК 551.524.34(574)

**ПОСТУПЛЕНИЕ ВОДЫ В РЕКУ КАРАТАЛ ЗА СЧЕТ
ДЕГРАДАЦИИ ГОРНОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ**

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов
А.В. Линейцева

В статье дана оценка поступления воды в реку Каратал и ее притоки в результате таяния многолетних запасов горных ледников в ее бассейне. Показано, что сток реки Каратал за счет деградации горного оледенения во второй половине 20 – начале 21-го века увеличился на 5...7 %.

Река Каратал расположена на северо-западном склоне хребта Жетысуского Алатау [2, 3]. Для оценки стока реки Каратал и её притоков использовались разностные интегральные кривые. Разностные интегральные кривые необходимы для выявления циклов колебания годового стока. Эти кривые удобны для выбора репрезентативного расчетного периода из длинного ряда наблюдений. Также с их помощью можно оценить положение имеющегося сравнительно короткого ряда наблюдений одной реки, относительно циклов изменения водности в течение длительного многолетнего периода другой реки.

На рис. 1, 2 приведены разностные интегральные кривые среднегодовых расходов воды р. Каратал и ее основного притока – р. Коксу, показывающие ход во времени накопленной разности $\sum(k_i - 1)$. Фаза подъёма кривой означает многоводный период (сток выборочного среднего), фаза спада – маловодный (ниже среднего), а точка перегиба – граница этих периодов.

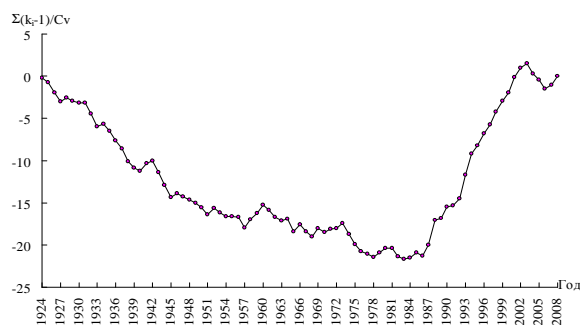


Рис. 1. Разностная интегральная кривая расходов воды р. Каратал – с. Каратал.



Рис. 2. Разностная интегральная кривая расходов воды р. Коксу – с. Коксу.

Анализ разностных интегральных кривых за период 1932...2009 гг. (рис. 1, 2) показал, что сток исследуемых рек начал увеличиваться с середины 80-х годов 20-го века, в связи с природными и антропогенными изменениями климата, и деградацией горного оледенения.

Более наглядно это видно на разностных интегральных кривых (рис. 3, 4), где основные характеристики приняты за период 1932...1986 гг., который, как мы видим, является однородным. На этих кривых, начиная с 1987 года, однородность рассматриваемого ряда существенно нарушается за счет увеличения увлажнения речных бассейнов и деградации горного оледенения. Характер изменения стока за предыдущий период (1932...1987 гг.) указывает, что его увеличение за счет деградации горного оледенения еще не происходило.

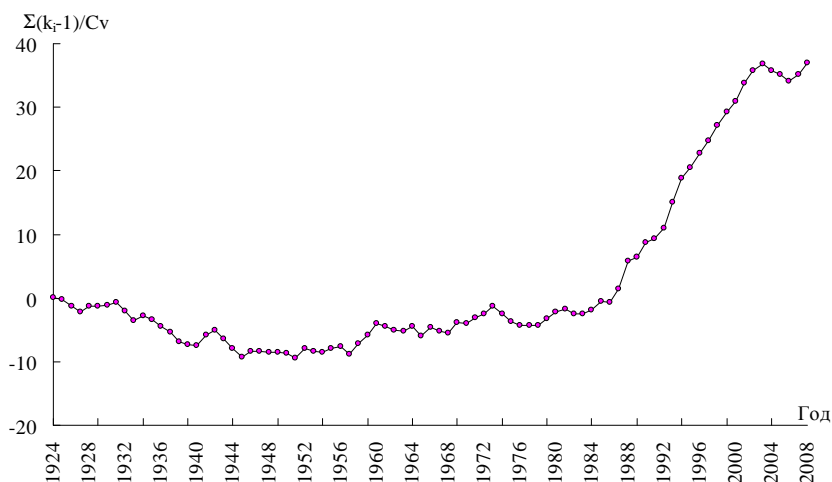


Рис. 3. Разностная интегральная кривая расходов воды р. Каратал – с. Каратал (характеристики взяты за период 1932...1986 гг.).

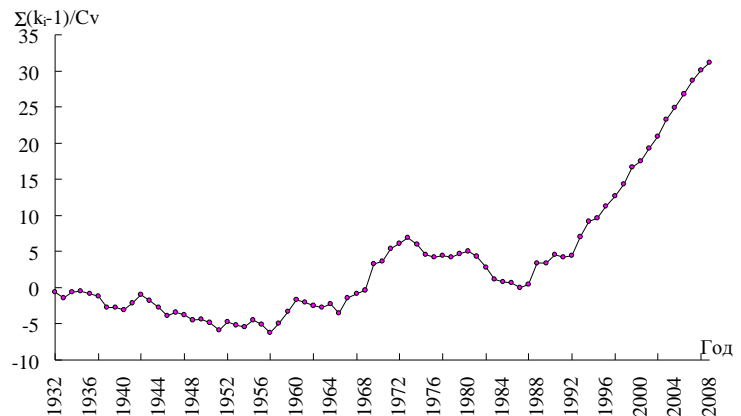


Рис. 4. Разностная интегральная кривая расходов воды р. Коксу – с. Коксу (характеристики взяты за период 1932...1986 гг.).

Средний сток рек за период 1987...2009 гг., как было отмечено ранее, был значительно выше, чем за предыдущий период 1932...1986 гг. В случае стационарности горного оледенения увеличение стока за второй период (1987...2009 гг.) происходил бы пропорционально увеличению стока за первый период (1932...1986 гг.). В случае деградации горного оледенения, сток второго периода должен был увеличиваться по сравнению с первым периодом в большей степени в бассейнах, характеризующихся большей абсолютной и относительной площадью оледенения. Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что сток рек Каратал и Коксу, характеризующийся значительным оледенением, увеличился в большей степени, чем сток одного из притоков р. Каратал – р. Шыжын – г. Текели, характеризующийся незначительным оледенением. В частности, сток р. Каратал во второй период увеличился по сравнению с первым периодом на 40 %, в то время как сток р. Шыжын – всего на 21,4 %. Это указывает на то, что увеличение стока рек Каратал и Коксу происходило в значительной степени за счет деградации горного оледенения. В рассматриваемом случае, поступление воды в реки за счет деградации горного оледенения может быть определено как разность общего увеличения стока и увеличения стока за счет увлажнения в бассейне, определенного путем использования относительного повышения стока для бассейна, в котором оледенение практически отсутствует.

Оценка увеличения стока в период 1987...2009 гг. за счет увеличения увлажнения и деградации горного оледенения может быть произведена путем сопоставления стока рек с различной долей оледенения горных бассейнов (в %) (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1

Характеристики стока рек Каратал, Коксу и Шыжын

F, км ²	ω		R ₀ , м ³ /с	R ₁ , м ³ /с	R ₂ , м ³ /с	(R ₂ - R ₁) = (P + D)	
	км ²	%				м ³ /с	%
1	2	3	4	5	6	7	8
р. Каратал – п. Каратал							
1160	76,7	6,6	29,8	25,0	35,0	10,0	40,0
р. Коксу – с. Коксу							
1590	124	7,8	38,3	32,9	44,5	11,6	35,3
р. Шыжын – г. Текели							
682	11,6	1,7	11,7	11,2	13,6	2,40	21,4

Примечание: F – площадь водосбора; ω – площадь оледенения; R₀ – средний многолетний сток за период 1956...2009 гг.; R₁ – средний годовой сток за период 1932...1986 гг.; R₂ – средний годовой сток за период 1987...2009 гг.; (R₂ - R₁) = (P + D) – превышение среднего годового стока за счет увеличения увлажнения и деградации горного оледенения.

Превышение среднегодового стока за счет увеличения увлажнения и деградации горного оледенения (графа 7) определялось как разность среднегодового стока (м³/с) за периоды 1987...2009 гг. и 1932...1986 гг., а также в % по отношению ко второму периоду (1932...2009 гг.).

В табл. 1 приведены характеристики оледенения в бассейнах рек Каратал, Коксу и Шыжын и превышения стока этих рек за период 1987...2009 гг. по сравнению с периодом 1932...1986 гг. Это превышение оказалось более значительным для рек, бассейны которых характеризуются большим горным оледенением, по сравнению с бассейном р. Шыжын, оледенение которого сравнительно невелико.

Сравнение данных наблюдения за стоком р. Шыжын, бассейн которой характеризуется незначительным оледенением (11,6 км²), и р. Каратал, бассейн которой характеризуется значительным количеством ледников (76,7 км²), показывает, что увеличение стока за период 1987...2009 гг. по р. Каратал составило 10,0 м³/с (т.е. на 40 % больше, чем за период с 1932 по 1986 гг.), а по реке Шыжын – 2,4 м³/с (на 21,4 %). Также было произведено сравнение стока р. Коксу и р. Шыжын. За период 1987...2009 гг. сток реки Коксу увеличился на 11,6 м³/с (на 35,3 %). Это значительное увеличение стока рек Каратал и Коксу, по сравнению с увеличением стока р. Шыжын, мы полагаем, в основном произошло за счет поступления дополнительного количества воды в результате деградации горного оледенения в бассейнах данных рек (табл. 1).

В табл. 2 приведены расчеты по определению поступления воды в реки Каратал, Коксу и Шыжын за период 1987...2009 гг. за счет увеличения увлажнения и деградации горного оледенения.

Таблица 2

Оценка превышения стока рек Каратал, Коксу и Шыжын за счет увеличения увлажнения и деградации горного оледенения

$(R_2 - R_1) = (P + \Delta D)$ за год, м ³ /с	$D - \Delta D$, м ³ /с	ΔD , м ³ /с	D		P	
			%	м ³ /с	м ³ /с	%
1	2	3	4	5	6	7
5,35	4,65	0,83	21,9	5,48	4,52	18,1
	р. Каратал – п. Каратал					
7,03	4,57	0,48	15,3	5,05	6,55	19,9
	р. Коксу – с. Коксу					
2,40	0	0,37	3,3	0,37	2,03	18,1
	р. Шыжын – г. Текели					

Примечание: $P + \Delta D$ – повышение стока в основном за счет увеличения увлажнения; D – поступление воды в реки за счет деградации горного оледенения (1987...2009 гг.); ΔD – поступление воды в реки за счет деградации оледенения, при минимальном значении его площади в рассматриваемых бассейнах; P – поступление воды в реки за счет увеличения увлажнения горных склонов.

Для оценки превышения стока рек за счет увлажнения за период 1987...2009 гг., по сравнению с предыдущим периодом 1932...1986 гг., может быть принято такое же соотношение в %, как и для р. Шыжын. В этом случае, превышение стока рек Коксу и Каратал за указанные периоды за счет деградации горного оледенения может быть определено как разность общего превышения и превышения стока за счет увеличения увлажнения, принятого по аналогии с бассейном р. Шыжын.

Значение $(P + \Delta D)$ (графа 1) определялось как отношение $(P + D$ в %) реки Шыжын и $(P + D$ в %) р. Каратал (р. Коксу), умноженное на $(P + D$ в м³/с) р. Каратал (р. Коксу).

Для р. Каратал была определена доля ΔD (графа 4) по отношению к значению $P + \Delta D$ (графа 1) в %. Она оказалась равной 15,5 %. Затем для р. Шыжын, водосбор которой находится в пределах бассейна р. Каратал, определялось значение ΔD по аналогии с соотношением, полученным для р. Каратал. Оно оказалось равным 0,37 м³/с.

Величина P (графа 6) определялась как разность $(P + D$ в м³/с) и D .

В табл. 3 приведены расчеты по оценке поступления воды в реки за счет деградации горного оледенения по сравнению с ледниковым стоком и общим речным стоком за период 1956...2009 гг.

Таблица 3

Оценка поступления воды в реки за счет деградации горного оледенения по отношению к ледниковому стоку и общему речному стоку за период 1956...2009 гг.

D , км ³	RG , 1956...2009 гг., км ³	D/RG , %	R_0 , 1956...2009 гг., км ³	D/R_0 , %
1	2	3	4	5
3,98	5,87	67,8	50,79	7,83
3,66	8,12	45,1	65,27	5,61
0,27				

Примечание: RG – ледниковый сток.

Для сравнения стока воды, поступающей в реки за счет деградации горного оледенения с величиной ледникового стока за 1956...2009 гг. использовались данные, приведенные в работе Е.Н. Вилесова и В.И. Морозовой [1]. В этой работе приведены данные определения ледникового стока за 1956...2000 гг. Приведенная в этой работе зависимость от числа лет от начала расчета определения оледенения по рекам Коксу и Каратал позволила нам определить ледниковый сток за период 2001...2009 гг. и в среднем за период с 1956...2009 гг. по рекам Коксу и Каратал. Полученные значения приведены в графе (2) табл. 3.

Отношение добавки за счет увеличения деградации горного оледенения к ледниковому стоку, в % приведена в графе (3). Отношение добавки за счет увеличения деградации горного оледенения к общему речному стоку за период 1956...2009 гг., в % приведена в графе (5).

Как отмечалось выше, в работе [3], деградация горного оледенения в бассейнах рек Каратал и Коксу наблюдалась, по крайней мере, начиная с 1956 года. Однако, до середины 80-х годов прошлого века поступление воды за счет деградации горного оледенения в рассматриваемые реки, по-видимому, не осуществлялось. В соответствии с законом сохранения массы, дополнительное количество воды за счет деградации горного оледенения все-таки должно поступить в речную сеть и увеличить сток рек. Действительно, оно стало заметным только в период 1987...2009 гг. Такое запаздывание поступления воды от деградации горного оледенения в реки, по-видимому, было связано с переходом ледниково-моренного комплекса в новую стадию, обусловленную повышением температуры воздуха и деградацией горного оледенения. Следует полагать, что в этой стадии про-

исходило формирование и начальное заполнение водой новых регулирующих емкостей ледниково-моренного комплекса не только в нижней части горного оледенения (моренные озера), но и в пределах высотных зон, расположенных выше, вплоть до гребней горных систем.

Таким образом, в результате выполненных исследований удалось установить, что поступление воды в реки за счет деградации горного оледенения, начавшегося, по крайней мере, с 1956 года, стало заметным только, начиная с середины 80-х годов прошлого века. За счет деградации горного оледенения за период 1956...2009 гг. это поступление воды в реки составило для р. Каратал $3,98 \text{ км}^3$, а для р. Коксу – $3,66 \text{ км}^3$. По отношению к величине ледникового стока это составляет для р. Каратал 67,8 %, а для р. Коксу – 45,1 %. А по отношению к годовому стоку этих рек – 7,83 % для р. Каратал и 5,61 % для р. Коксу.

Результаты проведенного анализа указывают на возможность его использования для оценки изменения стока в процессе деградации горного оледенения и для других горных речных бассейнов.

Данные результаты получены при проведении исследований по программе «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Морозова В.И. Современные тенденции изменения размеров оледенения и ледникового стока в бассейне реки Каратал, Западная Джунгария. // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №3. – С. 80-92.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 13 Центральный и Южный Казахстан. – Вып. 2. Бассейн озера Балкаш. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 644 с.
3. Северский И.В. Снежные лавины Заилийского и Джунгарского Алатау. – Алма-Ата: Изд-во Наука, 1978. – 255 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ТАУ МҰЗДЫҚТАРЫНЫҢ ҚҰЛДЫРАУЫ САЛДАРЫНАН ҚАРАТАЛ ӨЗЕНІНЕ СУДЫҢ КЕЛІП ТҮСУІ

Геогр. ғылымд. канд. В.В. Голубцов
А.В. Линейцева

Мақалада Қаратал өзеніне және оның тармақтарына, оның алабындағы таулы мұздықтардың көпжылдық қорының еру нәтижесіндегі келіп түсетін суды бағалау берілген. Таулы мұздықтардың құлдырау салдарынан 20 ғасырдың екінші жартысында 21 ғасырдың басында Қаратал өзенінің ағыны 5...7 % көбейгені көрсетілген.

УДК 556.16

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ГОДОВОГО СТОКА
Р. ШИЛИК – С. МАЛЫБАЙ С 1996...2009 ГГ**

М.М. Азнабакиева

Рассмотрена методика восстановления естественного стока р. Шилик – с. Малыбай с учетом поправки на сброс воды из Бартогайского водохранилища.

Река Шилик является вторым по величине левобережным притоком р. Или – образуется от слияния рек Жангырык, юго-восточный Талгар и южный Есик, берущих начало на высотах 3300...3500 м в крупнейших на хребтах Илейского и Кунгей Алатау ледниках Жангырык, Богатырь, Корженевского. В верховье Жангырык длина р. Шилик составляет 245 км, площадь бассейна 4980 км². Значительную часть река проходит в районе высокогорья. Река Шилик протекает в южной части алматинской области между двумя хребтами северного Тянь-Шаня Илейским и Кунгей Алатау. Выйдя на Жаланашскую впадину, она круто поворачивает на север, затем, прорезав низкогорные отроги Илейского Алатау, выходит в пределы Илийской впадины, где разбивается на рукава (Кур-Шилик и Улкен-Шилик), расположенными друг от друга на расстоянии около 20 км. В горной части около 70 притоков впадает в р. Шилик. Питание ледниково-снеговое [1].

Наблюдения в створе р. Шилик – с. Малыбай начаты с 1928 г. Для восстановления естественного годового стока р. Шилик – с. Малыбай за 1996...2009 гг. исходными материалами послужили данные по притоку и сбросу воды из Бартогайского водохранилища. Бассейновой Водохозяйственной Инспекцией (БВИ) приток воды в водохранилище определялся по его водному балансу, а сброс из водохранилища путем использования тарифованных сбросных сооружений. В связи с отсутствием притока воды на участке от верхнего бьефа водохранилища до его плотины, сток воды в ее створе, т.е. в створе плотины принимался равным притоку воды в водохранилище. Изменение стока реки на участке от гидрометрического створа у с. Малыбай (по данным гидрологических ежегодников) определялось как разность бытового стока в нижнем створе реки и в створе плотины определяемого БВИ. Таким образом, восстановленный естественный сток в створе р. Шилик – с. Малыбай определялся как сумма притока воды в Бар-

тогайское водохранилище полученного в БВИ, и указанного выше изменения бытового стока на участке от створа плотины до гидрометрического створа реки у с. Малыбай. В процессе анализа восстановления естественного стока р. Шилик – с. Малыбай с 1996 по 2009 гг. удалось установить, что полученные БВИ данные измерения сброса воды из Бартогайского водохранилища, занижены, по-видимому, в связи с ошибками тарировки сбросных гидротехнических сооружений. Это было установлено путем сопоставления результатов определения стока в створе плотины определенного по зависимости от стока в гидрометрическом створе р. Шилик – с. Малыбай и сброса воды из водохранилища определенного БВИ, путем измерений с помощью тарированных сбросных гидрометрических сооружений. Сток в створе плотины определялся с помощью следующего уравнения (1) полученного институтом Казгипроводхоз при подготовке обоснования строительства Бартогайского водохранилища:

$$Q_{с.п.} = 1,16 \cdot Q_{Ш-М} - 3,35,$$

где $Q_{с.п.}$ – среднедекадные и среднемесячные расходы воды в створе плотины Бартогайского водохранилища, $м^3/с$; $Q_{Ш-М}$ – среднедекадные и среднемесячные расходы воды р. Шилик – с. Малыбай, $м^3/с$.

Сопоставление указанных выше значений приведено в таблице и показано на рисунке. Данные, приведенные в таблице показывают, что за рассматриваемый период данные БВИ по величине сброса занижены и составляют в среднем на $19,4 м^3/с$, по-видимому, за счет погрешностей тарировки сбросных гидротехнических сооружений. На эту же величину будет занижен и приток в Бартогайское водохранилище, определяемый по уравнению его водного баланса.

Таблица

Наблюденный и восстановленный сброс воды из Бартогайского водохранилища

Год	Месяц	Сброс, $м^3/с$	
		восстановленный	наблюденный
1996	3	0,62	1,50
	4	18,7	12,1
	5	52,6	29,5
	6	99,2	59,3
	7	112	64,6
	8	108	73,8
1997	5	89,3	61,1
	6	93,7	63,3
	7	109	75,5
	8	87,9	59,3
	9	88,2	60,0

Год	Месяц	Сброс, м ³ /с	
		восстановленный	наблюденный
2001	3	-2,61	2,00
	4	12,1	11,5
	5	64,7	48,8
	7	102	78,0
	8	117	89,9
	9	92,6	69,1
	10	21,5	12,5
	11	-2,58	1,50
	12	-2,47	1,50
	Среднее	63,1	43,7

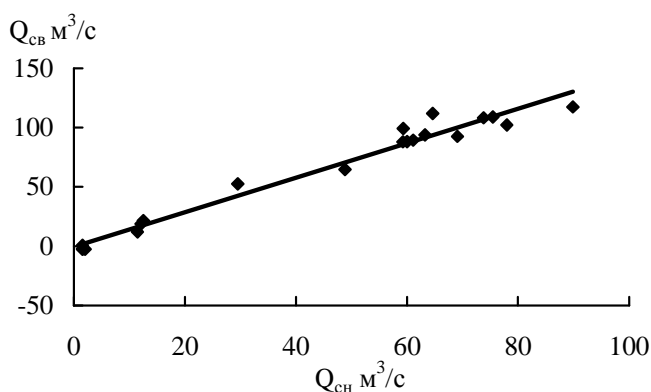


Рис. Зависимость среднемесячных значений сброса, восстановленного по данным наблюдений за стоком р. Шилик – с. Малыбай от значений, определенных по сбросным гидротехническим сооружениям плотины Бартогайского водохранилища за 1996 г. (3...8 мес.), 1997 г. (5...9 мес.), 2001 г. (3...8 мес.).

Приведенная на рисунке зависимость имеет следующий вид:

$$Q_{св} = 1,45 \cdot Q_{сн} - 0,30, \quad r = 0,99, \quad E_R = \pm 0,003,$$

где $Q_{св}$ – восстановленный сброс, м³/с; $Q_{сн}$ – наблюдаемый сброс, м³/с.

По мнению автора зависимость, приведенная на рисунке, может быть использована для уточнения сброса воды из Бартогайского водохранилища.

Результаты проведенного анализа показывают, что использованная автором разность между бытовым стоком р. Шилик – с. Малыбай и наблюдаемым сбросом воды из Бартогайского водохранилища при восстановлении естественного стока рассматриваемой реки учитывает приведенную выше погрешность.

Работа выполнена в рамках программы «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений».

Автор выражает огромную благодарность Голубцову В.В. за помощь при написании статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 13 Центральный и Южный Казахстан. – Вып. 2. Бассейн озера Балкаш. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 644 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

1996 ЖЫЛДАН 2009 ЖЫЛ АРАСЫНДАҒЫ ШІЛІК ӨЗЕНІ – МАЛЫБАЙ АУЫЛЫ ТАБИҒИ ЖЫЛДЫҚ АҒЫНЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

М.М. Азнабакиева

Шілік өзені – Малыбай ауылы табиғи ағынын Бартоғай суқоймасы су өткізуін есепке ала отырып қалпына келтіру әдісі қарастырылған.

УДК 556.18.004.14

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БАЛХАШ-АЛАКОЛЬСКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА И ЕГО РАЗВИТИЕ

Б.О. Баймагамбетов

Канд. геогр. наук В.П. Попова

Рассматривается история исследований Гидрометеорологической службой поверхностных вод Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна. Приведена динамика изменений количества постов наблюдений за водными объектами бассейна за период 1955...2010 гг.

Для эффективного управления водохозяйственной деятельностью и информационного обеспечения управленческих решений в республике функционирует и развивается система мониторинга окружающей среды, одной из подсистем которой является мониторинг водных ресурсов. Мониторинг поверхностного стока проводится Национальной Гидрометеорологической Службой Республики Казахстан – РГП «Казгидромет».

Работы по созданию системы гидрологических наблюдений были начаты в 20-е годы прошлого столетия, после организации в 1919 г. Государственного гидрологического института и разработки теоретического обоснования развития сети наблюдений на реках, озерах и водохранилищах. Требования к составу, полноте и достоверности гидрологической информации в ходе развития сети постепенно возрастали в связи с развитием гидротехнического строительства, транспорта, строительством населенных пунктов, развитием сельского хозяйства, необходимостью обеспечения экологической безопасности и охраны водных ресурсов и объектов.

Основным принципом построения гидрологической сети, начиная с 1920...1936 гг. и по настоящее время, является размещение постов в характерных зонально-репрезентативных бассейнах, а также на больших и малых реках, на основе гидрологического районирования. Применялись различные схемы размещения: площадная – для средних зонально-репрезентативных рек, линейная – для больших рек, кустовая – для малых (азональных) рек.

Данные гидрологических наблюдений должны обеспечивать расчет и прогноз гидрологических характеристик для конкретных бассейнов с учетом их площади водосбора и физико-географических особенностей территории. Для этого гидрологическая сеть должна освещать влияние на гидрологический режим водных объектов основных зональных и азональных факторов и аномалий природных условий данного района.

Информация по фоновому мониторингу поверхностных вод используется для учета водных ресурсов, в службе гидрологических прогнозов для составления прогнозов водности и предупреждений о паводках в крупных речных бассейнах, а также решения других практических и научных задач.

Современная численность пунктов основной гидрологической сети не может обеспечить необходимую пространственную детализацию характеристик стока из-за большой изменчивости последнего. Вследствие этого она недостаточна и для решения одной из важнейших задач – прогноза стихийных гидрологических явлений, который необходим для защиты населения и различные объектов страны от их разрушительных последствий. Эту задачу должна решать общая (основная и дополнительная) гидрологическая сеть. Поскольку наибольший ущерб наносят высокие половодья и паводки, численность общей сети целесообразно рассчитывать, ориентируясь на надежное определение наиболее изменчивого во времени и по территории максимального стока в районах расположения населенных пунктов и важных народно-хозяйственных объектов.

Первичной структурной единицей наблюдательной гидрологической сети является пост – основной пункт гидрологических наблюдений на водных объектах. На гидрологических постах производятся ежедневные наблюдения за уровнем воды в реках и водоемах, с определенной периодичностью измеряются расходы воды, отбираются пробы воды на стандартные химические анализы, донные и взвешенные наносы. В программу работ входят также наблюдения за температурой воды и воздуха, ледовыми явлениями, атмосферными осадками, волнением на озерах и водохранилищах. Наблюдения осуществляются по единой методике и в сроки, установленные Наставлением по производству гидрологических работ и другими нормативными документами. Данные наблюдений проходят строгий контроль. Эти данные необходимы для расчета статистических характеристик водных объектов, которые в дальнейшем используются при

проведении водохозяйственных расчетов и предупреждения правительственных органов и населения об опасных гидрологических явлениях.

Первые гидрологические наблюдения были начаты в начале прошлого столетия Отделом земельных улучшений и Переселенческим управлением: в 1908 г. на р. Малая Алматинка – г. Верный; в 1909 на р. Каскелен – г. Каскелен, в 1910 г. на р. Или – уроч. Капчагай (в 37 км ниже рабочего поселка Или). В период с 1912 по 1915 годы были открыты посты наблюдений на реках р. Иссык – г. Иссык, р. Талгар – г. Талгар, р. Чемолган – с. Чемолган, в 1913 г. на р. Каратал – г. Уштобе. Эти гидрологические посты с некоторыми перерывами действуют и поныне [2].

Планомерное развитие гидрологической сети в Балхаш-Алакольском бассейне началось в 30-тые годы, после создания Гидрометеорологической службы СССР. Существующая сеть размещена на рассматриваемой территории неравномерно. На рис. представлен график, отражающий динамику гидрологической сети Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна начиная с 1955 г. Из приведенного рисунка видно, что в развитии гидрологической сети можно выделить три периода. Первый период продолжался до середины 80-х годов прошлого столетия, второй – с середины 80-х годов до конца 20 столетия и третий приходится на начало 21 столетия.

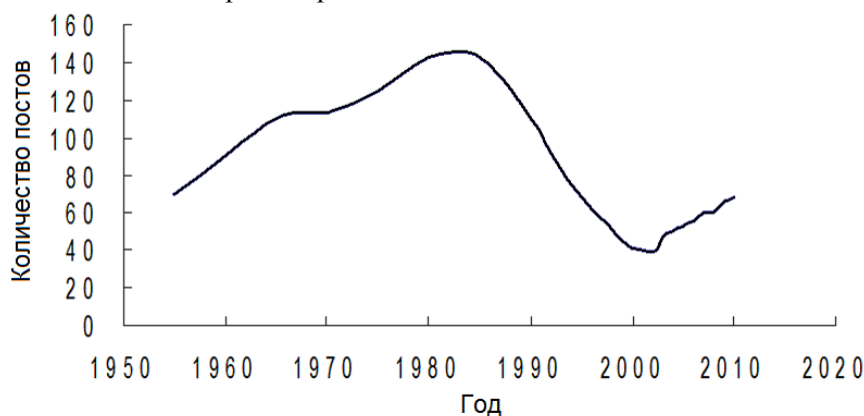


Рис. Изменение количества гидрологических постов за период с 1955...2010 гг.

В первый период количество постов постепенно увеличивалось. Гидрологическая сеть достигла наибольшего развития, значительно расширилась программа наблюдений и возросла оснащенность постов необходимыми приборами, оборудованием и устройствами, в частности самописцами уровня воды. Систематически проводилась поверка приборов; качество наблюдений, как правило, соответствовало международным стандартам. Наибольшего развития стандартная гидрологическая сеть достигла к 1985 г., когда ее числен-

ность достигла 143 постов, из которых 129 были речными, а 14 – озерными. Большое внимание в те годы уделялось изучению режима не только крупных, но и средних, и малых рек, водотоков и водоемов. При развитии сети учитывалось так же и высотное положение водотоков и водоемов. Кроме основной сети, по специальным программам работали Алмаатинская селестоксовая станция, Балхашская обсерватория и Капчагайская станция. Дополнительная гидрологическая информация получалась во время экспедиционных исследований. В частности гидрологами Гидрометслужбы Казахстана в 60-е годы были проведены крупные экспедиционные работы в Северном Прибалхашье, на акватории и в бассейне Алакольских озер. Все это способствовало улучшению гидрологической изученности бассейна оз. Балхаш [1].

Для второго периода развития гидрологической сети характерно сокращение количественного состава гидрологической сети. Это связано с сокращением бюджетного финансирования Казгидромета в те годы. Особенно резко гидрологическая сеть сократилась в 1999 г. количество постов уменьшилось до 45 из них 38 речных постов и 7 озерных. По количественному составу она, приблизилась к уровню 1936 г.

Третий период развития гидрологической сети наступил в начале нового столетия. На 1.01.2010 г. насчитывается 68 гидрологических постов, из них 57 речных, расположенных на 39 реках и 11 озерных, ведущих наблюдения на 6 озерах и 1 водохранилище, а также 7 снегомерных маршрутов и 2 снеголавинные станции. Руководство по гидрологической практике Всемирной Метеорологической организации рекомендует располагать 1 гидрологический пост на 1000 км² площади при горной местности и 1 пост на 1875 км² равнинной территории. Площадь Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна составляет 353 тыс. км². По самым скромным подсчетам количество гидрологических постов должно быть не менее 188 при расчете на равнинную территорию или 230 гидрологических постов, если учитывать горные массивы. Современное состояние гидрологической сети удовлетворяет требованиям ВМО только на 30...35 %. Современная гидрологическая сеть, несомненно, нуждается в улучшении и модернизации. Наряду с производством комплекса гидрометеорологической наблюдений, Гидрометслужбой Казахстана проводилась и проводится огромная работа по анализу, обработке и публикации гидрологических материалов. Начиная с 1936 года, систематически издаются Гидрологические ежегодники. В 60-е начале 70-х годов подготовлены и опубликованы справочники «Гидрологическая изученность» и «Основные гидрологические характеристики», моно-

графия «Ресурсы поверхностных вод СССР» по бассейну озера Балхаш, а в более поздние годы, уже в рамках ведения Государственного Водного кадастра – справочники «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши».

В современных условиях РГП «Казгидромет» издает материалы наблюдений на гидрологических постах – Государственный водный кадастр РК, ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши по 8 водохозяйственным бассейнам, в том числе бассейну оз. Балхаш. Многолетние гидрологические характеристики публикуются 1 раз в 10 лет. В настоящее время опубликованы ежегодные данные до 2008 г. И многолетние за 1990...2000 гг.

В Казахстане все больше внимания уделяется вопросам улучшения управления водными ресурсами и согласования водохозяйственной политики с соседними странами. Поэтому с 2010 года в РК предусматривается новая республиканская бюджетная программа «Трансграничные реки Республики Казахстан». РГП «Казгидромет» представил свои предложения для включения в разрабатываемую программу. Большой интерес в связи с этим представляет оперативная оценка общих, местных и транзитных ресурсов речного стока. По заказу Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства РГП «Казгидромет» разработал методику оценки ежегодных водных ресурсов и Макет «Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество» Ежегодное издание. В 2010 г. запланирован первый выпуск этого издания, содержащего сведения о количестве водных ресурсов, их качестве и использовании по 8 водохозяйственным бассейнам и основным рекам. Это издание предназначено для специалистов, занимающихся водными ресурсами и лиц, принимающих решения по проблемам водных ресурсов.

На трансграничных с КНР участках рек в пределах Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна действует 4 гидрологических поста: р. Или – пр. Дубунь, р. Текес – с. Текес, р. Коргас – 8 км выше с. Баскунчи, р. Эмель – с. Кзылту (а/д мост). В настоящее время проводится взаимный обмен гидрологической и гидрохимической информацией по трансграничным рекам Текес и Или по результатам наблюдений за среднесуточными расходами, уровнями и температурой воды, химическим составом воды по 23 ингредиентам.

Современная национальная гидрологическая сеть Казахстана, в том числе и Балхаш-Алакольского ВХБ, несомненно, нуждается в улучшении и

модернизации. РГП «Казгидромет» подготовил Программу модернизации гидрометеорологической сети, но она еще, к сожалению, не получила полной финансовой поддержки со стороны Правительства РК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баймагамбетов Б.О. Состояние гидрологической сети наблюдений НГМС Центральной Азии для мониторинга климата // Вестник КЗНУ. Серия геогр. 2004. – С. 67-71.
2. Скоцеляс И.И., Ли В.И., Попова В.П. К вопросу исследования поверхностных вод гидрометеослужбой Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 1. – С. 35-41.

РГП «Казгидромет» г. Астана, г. Алматы

БАЛҚАШ-АЛАКӨЛ СУШАРУАШЫЛЫҚ АЛАБЫНЫҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИГІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ДАМУЫ

Б.О. Баймагамбетов

Геогр. ғылымд. канд. В.П. Попова

Гидрометеорологиялық қызмет тарихындағы Балқаш-Алакөл сушаруашылық алабы жер беті суларының зерттелуі қарастырылады. 1955...2010 жылдар аралық мерзімдегі су объектілерін бақылайтын бекеттер санының өзгеру динамикасы келтірілген.

УДК 556.048

**ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА РЕК БАССЕЙНА
ОЗЕРА БАЛХАШ**

Канд. геогр. наук Айс. Турсунова
 А.А. Куркебаев
 А.Б. Мырзахметов

В статье приводятся результаты расчета внутригодичного распределения стока по основным водотокам бассейна оз. Балхаш, выполненным по методу компоновки В.Г. Андреевича. Расчеты были выполнены для различных высот, площади водосборов и преобладающей ориентации склонов. Выполнен анализ изменения внутригодичного распределения стока на современный период.

Различия климатических условий одних и тех же сезонов в различные годы приводят к различию внутригодичного режима стока различных лет. Следовательно, фазы водного режима (половодье, паводки, межень и т.п.), неодинаковы в разные годы по срокам наступления и величинам расходов воды. Поэтому, большое практическое значение имеет разработка методов определения расчетных характеристик внутригодичного распределения стока рек. Подробнее методы и приемы расчета внутригодичного распределения рассмотрены в работах [1, 2, 4, 10].

В практике гидрологических расчетов наибольшее распространение получил метод компоновки В.Г. Андреевича. Расчет внутригодичного распределения стока (ВРС) по этому методу производится для нескольких градаций водности. Раздельно рассматривается посезонное и внутрисезонное распределение стока. Лимитирующие период и сезон выбираются в зависимости от преобладающего вида хозяйственного использования. Эта методика вошла в СНиП 2.01.14-83 [9] как основная методика, рекомендуемая для расчета внутригодичного распределения стока и использована нами для расчета внутригодичного распределения стока рек бассейна оз. Балхаш.

Закономерности внутригодичного распределения стока рек определяются в основном климатическими условиями, а также характером рельефа и гидрогеологическими особенностями территории. В предгорных районах исследуемой территории в летний период сказывается влияние забора воды на орошение. При комплексном использовании водных ресурсов наибольший интерес представляет маловодный период года (межень). Исследованиями [5, 8], установлено, что ВРС рек рассматриваемой

территории зависит от водности года, при этом изменчивость сезонного стока существенно отличается от изменчивости годового стока.

В зависимости от расположения бассейнов рек и с учетом влияния местных факторов вся исследуемая территория поделена на районы.

Для большинства рек, формирующих сток на склонах *Жетису Алатау*, характерно продолжительное весенне-летнее половодье. Вместе с тем, внутригодовое распределение стока рек в значительной степени определяется не только высотным положением и площадью водосборов, но и преобладающей ориентацией склона, на которых расположен бассейн реки и различными гидрогеологическими условиями.

Реки северо-восточной части хребта Жетису Алатау. На долю половодья (весна-лето) на реках района в среднем приходится 82 %, а на лимитирующий зимний сезон – около 10 % (табл. 1).

Таблица 1

Месячные расходы воды (Q , м³/с) для периодов различной водности по основным рекам Или-Балхашского бассейна

		Месяц											
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
		р. Или – 164 км от Капчагайской ГЭС											
Обеспеченность года, %	25	309	397	573	749	1014	838	485	367	398	332	280	253
	50	307	383	536	651	843	728	422	323	349	295	242	220
	75	269	337	438	539	774	640	370	290	301	249	210	190
		р. Лепсы – г. Лепсы											
		весна-лето						осень			зима		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Обеспеченность года, %	25	4,54	22,7	49,9	56,7	49,1	34,0	18,2	9,6	7,2	6,0	5,2	4,2
	50	3,86	15,4	40,5	54,0	36,6	28,9	13,5	7,9	6,8	5,4	4,4	4,0
	75	5,10	20,4	35,7	40,8	30,6	27,2	11,9	7,4	5,5	4,8	4,1	3,8
		р. Талгар – г. Талгар											
		лето					осень-зима					весна	
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
Обеспеченность года, %	25	8,58	18,1	25,7	27,6	15,2	8,61	6,31	5,17	4,59	4,02	4,08	4,79
	50	7,81	16,5	22,6	26,9	13,9	7,78	5,52	4,52	3,77	3,51	3,51	4,28
	75	7,09	12,6	21,3	26,0	11,0	6,84	5,24	4,10	3,65	3,19	3,21	3,62

		р. Курты – клх. им. Ленина											
		весна				лето-осень				зима			
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Обеспеченность года, %	25	10,1	3,98	2,35	1,63	0,59	1,01	1,52	2,19	3,12	2,83	2,42	4,85
	50	6,52	3,08	1,72	0,98	0,33	0,48	0,71	1,14	1,62	2,45	20,4	3,67
	75	4,49	2,11	1,47	1,19	0,27	0,30	0,43	0,77	1,57	2,04	1,47	2,87
		р. Осек – р. Осек в 1,7 км выше впадения р. Киши Осек											
		лето				осень-зима				весна			
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
Обеспеченность года, %	25	16,6	33,3	39,7	26,9	11,5	6,51	4,62	3,78	3,15	2,94	3,04	3,42
	50	14,9	29,9	36,8	24,1	9,20	5,39	3,83	3,13	2,61	2,26	2,10	3,58
	75	14,7	30,5	36,2	22,6	9,04	4,41	3,23	2,65	2,35	2,06	2,20	3,44
		р. Чарын – ур. Сарытогай											
		весна-лето								осень		зима	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Обеспеченность года, %	25	33,6	106	96,0	81,6	67,2	52,8	43,2	191	169	22	18	19
	50	33,1	95,2	78,7	70,4	53,8	45,5	41,4	159	147	19	15	17
	75	32,8	80,1	69,2	58,2	47,3	40,0	36,4	141	125	17	14	16

На рис. 1а представлен ход внутригодового распределения стока (в % от годового) для лет различной водности р. Лепсы – г. Лепсы. Здесь наибольший месячный сток наблюдается в июне, тогда как в работе [7] в мае и лишь в многоводные годы смещается на июнь, величина изменения составляет от 17...37 % в различные периоды водности, также весной – с марта по май отмечается некоторое изменение на 3...27 % рассчитанных значений от приведенных в [7]. В лимитирующие сезоны осенью и зимой значительных изменений от предыдущих авторов не обнаружено, максимальное отклонение в феврале многоводного периода (25 % обеспеченности) составляет 15 %.

Реки южного склона *Жетису Алатау*. Вследствие различий в условиях питания, реки района делятся на реки с высотой водосбора менее 2500 м, характеризующейся весенне-летним половодьем и реки с летним половодьем ($H_{cp} > 2500$ м).

Реки с высокорасположенными водосборами, в отличие от первой группы характеризуются низким весенним стоком (4...7 % на средних реках и 10 % на реках с площадями водосбора менее 100 км²). Половодный период на этих реках наблюдается с мая по сентябрь. На рис. 1б представ-

лено ВРС на р. Осек – в 1,7 км выше впадения р. Киши Осек, средняя высота водосбора 2980 м.

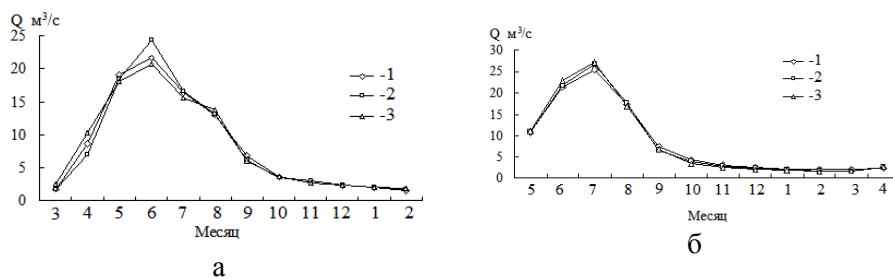


Рис. 1. Внутригодовое распределение стока (в % от годового) для лет различной водности на реках р. Лепси – г. Лепси (а), р. Осек – в 1,7 км выше впадения р. Киши Осек (б). 1 – многоводный (25 %); 2 – средний по водности (50 %); 3 – маловодный (75 %).

На долю осенне-зимнего сезона приходится 12...22 %, а на реках с площадями менее 100 км² – 31 %. Наибольший месячный сток наблюдается в июле, в многоводные по водности годы – в июне, наименьший – в марте (2...3 %).

При сравнении полученных в настоящем исследовании значений ВРС для р. Осек с ранее выполненными расчетами [7], обнаружены значительные различия в многоводный период за период половодья весна-лето, с марта по июнь на 12...30 %, в зимний лимитирующий сезон на 2...20 %. В маловодный период эти различия незначительны и составляют от максимум 22 % в апреле до 16 % в сентябре.

Левобережные притоки р. Или. Разнообразный характер увлажнения атмосферными осадками, большая дифференциация высот местности и различия в геологическом строении и гидрогеологических особенностях хребтов северной части Таниртау обуславливают сложное сочетание внутригодового распределения стока на реках левобережной части бассейна р. Или.

Самая крупная река бассейна – р. Или, зарегулирована Капчагайским вдхр., здесь также вода разбирается на орошение многочисленными каналами. Период половодья приходится на весну-лето и составляет 65...73 % годового стока, имеет продолжительный характер, длится с марта по сентябрь, максимальное значение наблюдается в июле (рис. 2). В осенний период отмечается незначительное увеличение стока (октябрь-ноябрь), составляющее 12,7 % от годового стока. Наименьший сток наблюдается в феврале.

Реки бассейнов Текес и Чарын. Реки разделены на 2 группы: группа (а) – реки с весенне-летним половодьем (высота водосбора до 2500 м), группа (б) – реки с летним половодьем (высота водосбора более 2500 м).

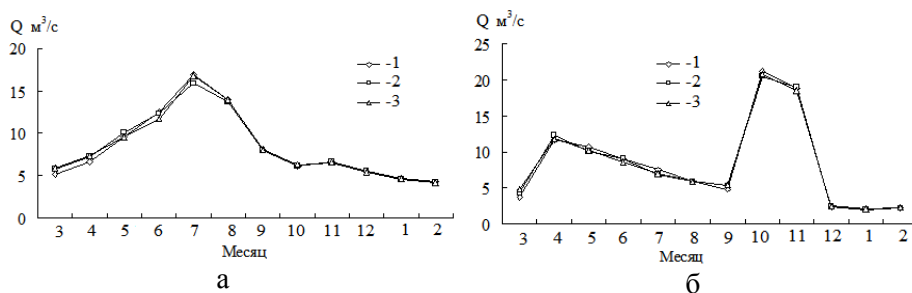


Рис. 2. Внутригодовое распределение стока (в % от годового) для лет различной водности на реках р. Или – 164 км выше ГЭС (а), р. Чарын – ур. Сарытогай (б). 1 – многоводный (25 %); 2 – средний по водности (50 %); 3 – маловодный (75 %).

Реки группы (а) характеризуются менее высоким стоком лимитирующего периода, составляющим 25 % годового стока. Отличительной чертой режима рек является равномерное распределение стока внутри холодного периода. На долю зимнего сезона приходится 13 %, а на долю осеннего 12 % годового стока (рис. 2б). Наибольший месячный сток приходится на май (16...18 % годовой величины). Наименьший месячный сток наблюдается в январе (4 %). С уменьшением водности года доля зимнего стока увеличивается, а весенне-летнего уменьшается.

Реки группы (б) характеризуются относительно большей естественной зарегулированностью стока. В среднем сток лимитирующего периода составляет 38 % (осень-зима – 27 %, весна – 11 %). Наименьший месячный сток наблюдается в феврале.

При сравнении полученных в настоящем исследовании значений ВРС для р. Чарын – ур. Сарытогай ($H_{\text{ср}} = 2240$ м) с ранее выполненными расчетами [7] обнаружены значительные различия во все сезоны года. Так за период половодья весна-лето, с марта по август во все периоды водности различия составляют от 3...50 %. В зимний лимитирующий сезон отмечаются значительные различия, так в октябре-ноябре эти значения на порядок выше и составляют до 200 % и более. Как было сказано выше, зарегулированность стока существенно влияет на данный бассейн, что изменяет и ВРС. Отличительной особенностью этого района является затяжное половодье с марта по август, второй пик максимальных значений стока приходится на октябрь и составляет до 21 % годового стока.

Реки северного склона Иле Алатау. Густая сеть постов и охват наблюдениями рек с различными высотами водосборов позволяет разделить реки района на 3 группы, характеризующие изменения внутригодового распределения стока по мере увеличения средней высоты и площади их водосборов.

Группа (а) включает реки, характеризующиеся весенним половодьем ($H_{cp} < 2400$ м). Для большинства рек с низко расположенными водосборами характерна большая естественная зарегулированность стока. Доля стока лимитирующего периода в среднем составляет 52 % (летне-осеннего – 37 %, зимнего – 15 %).

Наибольший месячный сток чаще всего наблюдается в мае-июне и реже в марте-апреле. Зимний сток, как правило, уменьшается с декабря по февраль. Исключением являются некоторые реки бассейна р. Курты, на которых в феврале сток повышается в результате раннего начала половодья, а наименьший сток наблюдается летом (июль-август), что, возможно, объясняется забором воды на орошение (рис. 3).

На реках предгорий ($H_{cp} < 1500$ м) с уменьшением водности года доля зимнего стока в годовом уменьшается, а на реках с высотами водосборов от 1500 до 2150 м с уменьшением водности года доля зимнего, а также весеннего стока увеличивается.

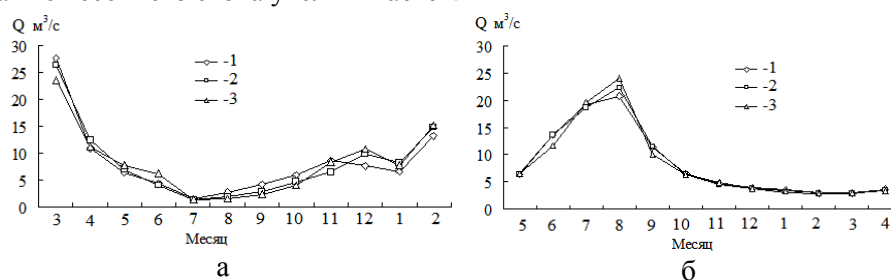


Рис. 3. Внутригодовое распределение стока (в % от годового) для лет различной водности на реках северного склона Иле Алатау р. Курты – клх. им. Ленина ($H_{cp} = 1010$ м) (а), р. Талгар – г. Талгар ($H_{cp} = 3260$ м) (б). 1 – многоводный (25 %); 2 – средний по водности (50 %); 3 – маловодный (75 %).

При сравнении полученных в настоящем исследовании значений ВРС для р. Курты – клх. им. Ленина с ранее выполненными расчетами в [7], обнаружены значительные различия за период половодья весна-лето, причем максимальные различия отмечаются в марте до 8...74 %, и июля на 46...74 %, в зимний лимитирующий сезон отличия также значительны и составляют вне зависимости от водности года 15...85 %. В основном эти изменения мы связываем с влиянием Куртинского вдхр. и забором воды на орошение в летний сезон, которые в Ресурсах поверхностных вод [7] не были на период расчетов ВРС с 1943 по 1965 гг. зафиксированы, в настоящих исследованиях период продлен начиная с 1970 г. по 1994 г.

К группе (б) отнесены реки с $H_{cp} = 2400...3000$ м, характеризующиеся весенне-летним половодьем. Преимущественно это бассейны рек Тургенъ, Каскелен и правобережные притоки р. Курты. Характерной чертой режима этих рек является большая продолжительность половодья

(март-сентябрь), на долю которого приходится 63...80 % годового стока. Сток наиболее маловодного периода – зимы (декабрь-февраль) составляет 10...20 % годового. Наибольший месячный сток в основном наблюдается в июле иногда в июне, августе. Наименьший месячный сток наблюдается чаще всего в марте, реже в феврале. Зимний сток уменьшается с декабря по февраль. С уменьшением водности года доля зимнего стока увеличивается, но изменение это весьма мало.

Группа (в) включает бассейны рек Иссык, Талгар и верхние части бассейнов рек Киши и Улькен Алматы. Для рек этой группы ($H_{cp} > 3000$ м) характерно летнее половодье. Половодный период продолжается с мая по сентябрь. Сток за лимитирующий весенний сезон (март, апрель) на большинстве рек составляет 4...15 % годового стока, а на притоках сток лимитирующего периода изменяется от 20 до 57 % годового. На рис. 3 (б) представлен ход ВРС р. Талгар – г. Талгар.

При сравнении полученных в настоящем исследовании значений ВРС для р. Талгар – г. Талгар с ранее выполненными расчетами [7] обнаружены незначительные различия в основном в средний по водности период в половодье (весна-лето), максимальные отличия в июне на 3...22 %, в зимний лимитирующий сезон на 2...12 %.

Наибольший месячный сток наблюдается на реках бассейна Улькен Алматы в июле, а в остальных бассейнах – в августе. Наименьший месячный сток наблюдается в марте-апреле.

С уменьшением водности года доля весеннего стока уменьшается вследствие увеличения доли летнего стока. На пересыхающих или перемерзающих в зимний период реках ледникового питания, где весь сток (98...99 %) проходит за лето (половодный период), сток лимитирующего периода составляет незначительную величину (1..2 %), наибольший месячный сток наблюдается в августе (40 %). С октября по апрель в отдельные годы сток прекращается вследствие прекращения таяния ледников и отсутствия подземного питания.

Отличительной чертой рек *Шу-Илейского водораздела* от рек всех других районов является более ранний период половодья (февраль-июнь) и пересыхание большинства рек с июля, а иногда с мая. Основной сток проходит весной (98...100 %), остальная часть летом. Наибольший месячный сток обычно наблюдается в феврале или марте и составляет 42...93 % годового стока.

Исключением являются реки с повышенным питанием подземными водами (р. Копылысай – ур. Тамкудык), на которых сток сохраняется в течение всего года. На период межени на таких реках приходится около 20 % годового стока (из них только 5...6 % на лето).

Северное Прибалхашье и Тарбагатай. Преимущественное снеговое питание рек холмисто-сопочных и низкогорных районов северо-восточной части

рассматриваемой территории обуславливает крайнюю неравномерность внутригодового распределения стока. Для всех рек районов характерно весеннее половодье, продолжительность которого и доля стока в годовом зависят главным образом от средней высоты и частично от площади водосборов.

Северное Прибалхашье. Реки района делятся на две группы. Группа (а) – реки холмисто-сопочных районов, для которых характерны резкий и высокий подъем волны весеннего половодья и быстрое уменьшение водности в послепаводочный период, вплоть до самого пересыхания. Большая часть годового стока (70 %) приходится на апрель. Группа (б) – реки хребта Шынгызтау, отличающиеся от рек группы (а) более продолжительным и плавным весенним половодьем и сравнительно медленным уменьшением расходов в послепаводочный период. Сток лимитирующего периода июнь – ноябрь составляет 8...11 %. Пересыхание на больших реках (р. Баканас) наблюдается в отдельные годы, а на многих малых ежегодно, с июля – августа. Основная масса стока проходит в апреле-мае (рис. 4).

На рис. 4а показано внутригодовое распределение стока (в % от годового) для лет различной водности по р. Баканас – с. Шубартау, пунктирной линией показано внутригодовое распределение стока (в % от годового) рассчитанное в ранее выполненных исследованиях [7]. Для расчетов ВРС были выбраны разные периоды в первом случае с 1949...1965 гг., мы же продлили данный период до 1980 г. В табл. 2 представлены расходы воды за все месяцы для периодов различной водности по основным водотокам Северного Прибалхашья.

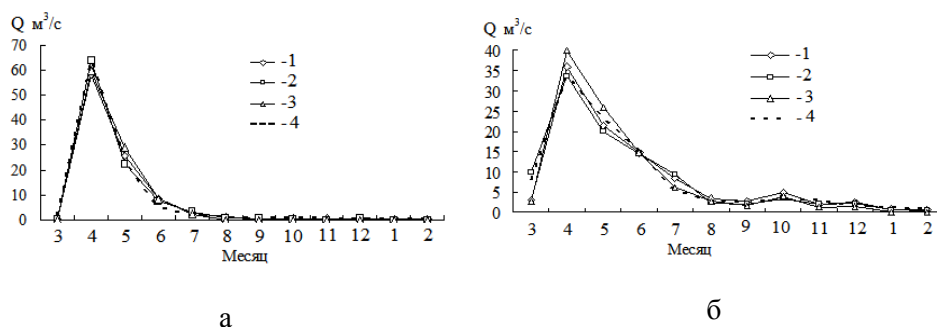


Рис. 4. Внутригодовое распределение стока (в % от годового) для лет различной водности на реках Северного Прибалхашья. р. Баканас – с. Шубартау (а), р. Аягос – с. Тарбагатай (б). 1 – многоводный (25 %); 2 – средний по водности (50 %); 3 – маловодный (75 %); 4 – средний по водности (50 %) [7].

Таблица 2

Месячные расходы воды (Q , м³/с) для периодов различной водности по основным рекам Северного Прибалхашья

		р. Моинты – с. Киик											
		весна				лето-осень					зима		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Обеспеченность года, %	25	0	5,71	1,17	0,14	3,73	1,73	1,34	0,82	0	0	0	0
	50	0	1,65	0,15	0,02	0,57	0,31	0,24	0,18	0,08	0	0	0
	75	0	0,12	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
		р. Тоқырауын – с. Ақтоғай											
		весна				лето-осень					зима		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Обеспеченность года, %	25	0,99	39,7	12,0	2,12	0,73	0,30	0,22	0,21	0,17	0,12	0,06	0,04
	50	0,11	13,5	5,67	1,09	0,30	0,21	0,20	0,18	0,16	0,11	0,03	0
	75	0,33	7,5	2,51	0,12	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,08	0	0
		р. Баканас – с. Шубаргау											
		весна				лето-осень					зима		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Обеспеченность года, %	25	0,19	39,7	17,6	5,82	1,85	0,89	0,51	0,45	0,33	0,50	0,16	0,12
	50	0,07	16,4	5,78	1,97	0,88	0,23	0,16	0,07	0,03	0,23	0	0
	75	0,05	8,86	4,32	1,24	0,36	0	0	0	0	0	0	0
		р. Аякоз – с. Тарбағатай											
		весна-лето				лето-осень					зима		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Обеспеченность года, %	25	1,51	17,6	10,5	7,26	4,12	1,67	1,30	2,37	0,98	1,26	0,39	0,25
	50	2,41	8,20	4,07	3,49	3,09	0,57	0,48	0,81	0,49	0,52	0,15	0,10
	75	0,40	5,90	3,84	2,17	0,90	0,39	0,23	0,58	0,18	0,22	0	0

Здесь следует отметить, что в период половодья и за отдельные месяцы осени, наблюдается существенная разница расчетных величин ВРС в настоящем исследовании от ранее выполненных в [7] до 40...80 %, наибольшие значения отмечаются в вегетационный период, с апреля по сентябрь. В данном случае можно сделать вывод о том, что значительное антропогенное влияние изменяет внутригодовое распределение стока в сторону его уменьшения в период весна-лето.

Реки бассейна Аягоз и северо-западных склонов хребта Тарбагатай. Здесь весеннее половодье продолжается до июня-июля. В июле сток резко уменьшается и постепенно снижается до октября. В октябре вследствие дождей сток иногда незначительно повышается. Зимний сток наиболее выровненный. На малых водотоках в отдельные годы наблюдается пересыхание и перемерзание. Сток весеннего периода рек бассейна р. Аягоз составляет 80...98 % годового стока, рек северо-западных склонов хребта Тарбагатай – 77...82 %. На долю летне-осеннего периода (июль-ноябрь) приходится 2...17 % (бассейн р. Аягоз) и 11...17 % (реки северо-западных склонов хребта Тарбагатай), зимнего – соответственно 0,1...3 % и 6...7 %.

На рис. 4б показано внутригодовое распределение стока (в % от годового) для лет различной водности для р. Аягоз – с. Тарбагатай, пунктирной линией показано внутригодовое распределение стока (в % от годового) за средний по водности период, рассчитанное в ранее выполненных исследованиях [7]. Для расчетов ВРС были выбраны разные периоды наблюдений в первом случае с 1961...1965 гг., мы же продлили данный период до 1986 г.

Значительные изменения в ходе кривых среднего по водности периода в настоящем исследовании и ранее выполненных наблюдается в летний период в июле. Можно заметить изменение кривой рассчитанной в данном исследовании (на 74 %), возможно это объясняется антропогенным влиянием на сток, орошением. Изменение ВРС в настоящем исследовании от расчетов выполненных в [7] также наблюдается в зимний период, ноябрь-февраль на 30...44 %, на осенний сезон существенного влияния на ВРС не отмечается.

Выполненные расчеты ВРС по бассейнам рек оз. Балхаш позволили сделать ряд выводов, которые подтверждают и дополняют ранее выполненные исследования [5, 7, 8]. Большинство рек рассматриваемой территории характеризуется растянутым весенне-летним половодьем, относительно высокой летне-осенней и низкой зимней меженью. В отдельных районах отмечается изменение ВРС (по сравнению с периодом до 1970-х годов) в сторону его уменьшения в вегетационный период, в основном связанное с антропогенным влиянием изменения стока, т.е. забором воды на орошение, тогда как осенне-зимний сток немного увеличивается в годовом разрезе. Кроме того, изменение ВРС может проявляться за счет природно-обусловленных изменений стока, ими могут являться как климатические и гидрогеологические, так и другие факторы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Г. Внутригодовое распределение речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 323 с.
2. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 432 с.
3. Давлетгалиев С.К. Математические методы обработки гидрологических данных: Учебное пособие. – Алматы: «Қазақ университеті», 1998. – 166 с.
4. Картвелишвили Н.А. Теория вероятных процессов в гидрологии и регулировании речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 292 с.
5. Лаврентьев П.Ф., Лаврентьева Л.Д. О влиянии водности на внутригодовое распределение стока. // Тр. КазНИГМИ. – Вып. 12. – 1959.
6. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн озера Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – Т. 13, Вып. 2. – 646 с.
8. Семенов В.А., Скоцеляс И.И. Об учете водности при расчетах внутригодового распределения стока горных рек Алтая и Казахстана. Сб. Работ по гидрологии, № 8, 1968.
9. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1982. – 36 с.
10. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л., Гидрометеиздат, 1965. – Ч. I, II. – 691 с.

Институт географии, г. Алматы

БАЛҚАШ КӨЛІ АЛАБЫНДАҒЫ ӨЗЕНДЕРДІҢ ЖЫЛ ІШІНДЕГІ АҒЫН ҮЛЕСТІРІМІ

Геогр. ғылымд. канд. Айс. Турсунова
 А.А. Куркебаев
 А.Б. Мырзахметов

Мақалада Балқаш көлі алабының негізгі ағынсулары бойынша, жыл ішіндегі ағын үлестірімінің есептелген нәтижелері В.Г. Андреевтың үйлестіру әдісі бойынша жасалынғаны келтірілген. Су жинау ауданы және беткейлердің бағдарының басымдылығынан, есептеулер әр-түрлі биіктік жағдайында жасалынған. Жыл ішіндегі ағын үлестірімінің өзгеру анализі қазіргі заман кезеңіне жасалынған.

ЭОК 504.4.062.2 (574)

**ІЛЕ ӨЗЕНІНДЕГІ БИОГЕНДІК АҒЫНДЫЛАРДЫҢ
АНТРОПОГЕНДІК ӨЗГЕРУІН БАҒАЛАУ**

Ж.Қ. Турениязова

Іле өзенінің бөген арқылы реттелуі барысында ағындымен тасымалданушы биогендік заттардың мөлшері қысқара түскен. Суда азоттың орташа антропогендік өзгеру көрсеткіші 40,1 % болса, фосфордікі – 33,1 %.

Қазіргі таңда су нысандарының сапасы азот, фосфор, кремний және т.б. биогендік элементтердің ағын суда шоғырлануымен тікелей байланысты. Сонымен қатар бұл элементтер өзен экожүйесінің қалыпты қызметін қамтамасыз етуші, тіршілікке қажетті қоректік заттардың көзі болатындықтан, өте маңызды роль атқарады. Кей жағдайда суда азот, фосфор және оның қосылыстарының көп жинақталуы фитопланктонның қаптап өсуіне әкеліп соғады, ағынның газдық режиміне әсер етеді [1].

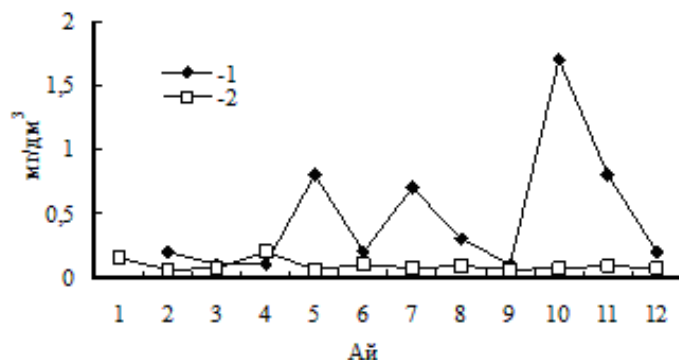
Іле өзенінің Қапшағай бөгенімен реттелуі барысында ағындының қысқаруы өз кезегінде судың химиялық құрамының өзгерістеріне әкеліп соқты. Сондықтанда өзеннің төменгі бөлігіндегі биогендік заттардың таралу ерекшелігін қарастырудың маңызы өте зор.

Іле өзенінің төменгі ағысында биогендік заттардың жылдық үлестірімі ағындының әртүрлі сулылықтары ($P = 25, 50, 75, 95 \%$) бойынша табиғи және өзгерген гирохимиялық тәртіп кезеңдерінде салыстырмалы түрде қарастырылды.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, өзеннің төменгі ағысында сулылық жылдарының өзгеруіне қарамастан, биогендік заттардың күрт қысқаруы айқын байқалады. Мәселен, табиғи жағдайда суда темір ионының ең жоғарғы (көктемгі-жазғы су тасу кезеңі) және төменгі (күзгі-қысқы сабалық кезең) мәндері айқын байқалатын болса, өзгерген гидрохимиялық режимде бұл көрсеткіштер өзара теңестіріле келе, үнемі төмендеу бағыты қалыптасқан. Ескерте кететін жайт, Қапшағай бөгенінің салынуы мен іске қосылуына дейінгі зерттеу кезеңінде темірдің шоғырлануы үнемі жоғары, яғни шектеулі рауалы шоғырлану (ШРШ) көрсеткішінен ($0,1 \text{ мг/дм}^3$) біршама өсуі айқын байқалады. Алайда, өзен суының реттелуімен атаулы биогендік элемент ШРШ деңгейінен үнемі

төмен мәндерде тіркелген. Мәселен, $P = 25\%$ қамтамасыздықта темірдің шоғырлануы өзеннің су тасу кезеңінде $19...20 \text{ мг/дм}^3$ ($190...200$ ШРШ) мөлшерінде тіркелсе, ал судың сабасына түсу кезеңінде $5...10 \text{ мг/дм}^3$ ($50...100$ ШРШ) дейін төмендеген. Сонымен қатар Іле өзенінің ірі салаларында да темірдің жоғары шоғырлануы айқын байқалады. Дегенменде, өзгерген гидрохимиялық режимдегі Қапшағай бөгенінің тұндырғыш және тазартқыш ролінің арқасында бұл көрсеткіштер жыл ішінде небәрі $0,04...0,17 \text{ мг/дм}^3$ аралығында ауытқиды, тек тамыз айында ғана темір ионымен мардымсыз ластануы ($1,7$ ШРШ) тіркелді.

Орташа мол сулы жыл бойынша ($P = 50\%$) темірдің судағы мөлшері табиғи жағдайда $0,2...0,7 \text{ мг/дм}^3$ болса, ал өзеннің бөген арқылы реттелуі барысында бұл көрсеткіштер $0,06...0,38 \text{ мг/дм}^3$ дейін төмендей түскен. Тек кей айларда ғана темір иондарының ШРШ деңгейінен $1,1...3,8$ есе артуы тіркелді. Сонымен қатар аз сулы жылдарда да ($P = 75, 95\%$) қарастырылған биогендік элементтің табиғи жағдайда тіркелген $0,1...4,2 \text{ мг/дм}^3$ орнын, қазіргі уақытта $0,04...0,2 \text{ мг/дм}^3$ деңгейіндегі көрсеткіштер басқан (сурет).



Сурет. Іле өзенінің Қапшағай тұстамасындағы темірдің $P = 95\%$ қамтамасыздық бойынша табиғи (1) және өзгерген (2) гидрохимиялық режим кезеңдеріндегі жылдық үлестірімі.

Кремнийдің жылдық үлестірімінде де бөгеннің әсерінен азаю бағыты қалыптасқан. Мәселен, табиғи жағдайда судағы кремнийдің шоғырлануы $3,0...10,4 \text{ мг/дм}^3$ болса, өзгерген гидрохимиялық режимде бұл көрсеткіштер жыл бойы өзара теңестіріліп, үнемі $3,0...6,0 \text{ мг/дм}^3$ деңгейінде ғана ауытқиды.

Өзен суының реттелуі нәтижесінде азотты қосылыстардың да жылдық үлестірімі түбегейлі өзгеріске ұшырап, шоғырлану деңгейінің азаюы айқын байқалады. Мәселен, азот нитратының шоғырлануы табиғи

гидрохимиялық режимде $1,5...4,0$ мг/дм³ деңгейінде тіркелсе, Қапшағай бөгенінің салынуы мен іске қосылуы нәтижесінде бұл мәндердің $0,5...1,0$ мг/дм³ дейін күрт төмендеуі орын алған. Сонымен қатар азот нитритінің де бұрынғы жыл ішінде тіркелген $0,013...0,047$ мг/дм³ орнына, өзгерген гидрохимиялық режимде $0,007...0,01$ мг/дм³ деңгейіндегі көрсеткіштер тіркелген.

Фосфордың судағы мөлшері табиғи жағдайда $0,034...0,14$ мг/дм³ болса, ал гидрохимиялық режимнің Қапшағай бөгенінің әсерінен өзгеру кезеңінде бұл көрсеткіштер небәрі $0,014...0,039$ мг/дм³ деңгейінде ғана ауытқиды және шоғырлануының күрт төмендеуі айқын байқалады.

Іле өзенінің төменгі ағысындағы биогендік заттардың Қапшағай бөгенінде жинақталуы нәтижесінде күрт төмендеуі өз кезегінде, Балқаш көліне келіп түсетін ағынды көлемінің қысқаруына әкеліп соғады. Олай болса, қазіргі уақытта қалыптасқан өзен ағындысы көл экожүйесін қоректік заттармен жеткілікті түрде қамтамасыз ете алмай, өнімділігінің төмендеуін туғызуда.

Биогендік ағындылардың антропогендік өзгеру көрсеткіші М.П. Максимованың [2] ұсынылған әдістемелік нұсқауы негізінде бағаланды. Ескере кететін жайт, Іле өзенінің иондық ағындылары да аталмыш әдіс бойынша қарастырылған болатын. Тек биогендік элементтер тобынан судағы тұрақты, өзгермейтін көрсеткіш ретінде кремнийдің шоғырлануы пайдаланылды.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, гидрохимиялық режимнің Қапшағай бөгенінің әсерінен өзгеру кезеңінде сулылық түрлерінің өзгеруіне қарамастан, кремнийдің азот және фосфор көрсеткіштеріне қатынасы елеулі дәрежеде өсе түскен. Бұл жағдай судағы азот және фосфор шоғырлануының азаюымен тікелей байланысты. Мәселен, Si/N қатынасы табиғи жағдайда $2,6...4,9$ болса, өзен ағындысының бөген арқылы реттелуі барысында бұл көрсеткіштер $4,3...5,3$ дейін көтерілген. Сонымен қатар фосфордың да кремнийге қатынасы бұрын $37,7...133,3$ аралығында болғанымен, қазіргі уақытта $132,1...169,6$ деңгейіндегі көрсеткіштер басқан. Суда азот және фосфор көрсеткіштерінің кремнийге қатынасы мәндерінің өсе түсуі биогендік ағындының антропогендік біршама өзгеру бағытын айқындай түседі (кесте 1).

Биогендік ағындылардың антропогендік өзгеру көрсеткішін анықтау үшін табиғи гидрохимиялық режимдегі (ТГР) Si/N және Si/P қатынастарының көрсеткіштері аялық эмпирикалық коэффициент ретінде пайдаланылды.

Кесте 1

Іле өзеніндегі биогендік элементтердің табиғи (ТГР) және өзгерген (ӨГР) гидрохимиялық режим кезеңдеріндегі арақатынасының өзгеруі

Р, %	Кезең	N/P	Кремнийдің азот және фосфорға қатынасы	
			N	P
25	ТГР	22,1	3,6	80,5
	ӨГР	32,6	5,2	169,6
50	ТГР	27,1	4,9	133,3
	ӨГР	25,0	5,3	132,1
75	ТГР	12,3	3,1	37,7
	ӨГР	35,8	4,3	154,2
95	ТГР	42,9	2,6	111,1
	ӨГР	36,5	4,8	175,0

Биогендік ағындылардың антропогендік өзгеру көрсеткіші төмендегі формула бойынша есептелді:

$$A = B - \frac{Si}{K},$$

мұндағы A – қарастырылған биогендік элементтің антропогендік өзгеру көрсеткіші; B – қарастырылған биогендік элементтің ӨГР кезеңіндегі ағындысы; Si – кремнийдің ТГР кезеңіндегі ағындысы; K – қарастырылған биогендік элементтің аялық коэффициенті.

Төмендегі кестеде келтірілген зерттеу нәтижелері көрсеткендей, Іле өзеніндегі биогендік ағындылардың мөлшері Қапшағай бөгенінің әсерінен сулылық жылдарының өзгеруіне қарамастан, 2 есеге күрт қысқарған. Биогендік ағынның антропогендік көрсеткіші азот бойынша 35...47 %, ал фосфор – 13...51 % құрайды.

Кесте 2

Іле өзеніндегі биогендік ағындылардың антропогендік өзгеру көрсеткіші

Р, %	Кезең	Азот ағындысы		Фосфор ағындысы	
		г	%	г	%
25	ТГР	27,88		1,26	
	ӨГР	11,33	40,6	0,35	27,5
50	ТГР	18,46		0,68	
	ӨГР	8,68	47,0	0,35	50,9
75	ТГР	24,51		1,99	
	ӨГР	9,37	38,2	0,26	13,2
95	ТГР	21,23		0,50	
	ӨГР	7,37	34,7	0,20	40,8

Ескертпе: ТГР – табиғи гидрохимиялық режим кезеңі; ӨГР – өзгерген гидрохимиялық режим кезеңі.

Іле өзенің бөген арқылы реттелуі барысында ағынды көлемімен бірге тасымалданушы биогендік заттардың да мөлшері де қысқара түскен. Азоттың ағындыдағы орташа антропогендік өзгеру көрсеткіші 40,1 % болса, фосфор – 33,1 %. Олай болса, өзгерген гидрохимиялық режімде Балқаш көліне түсетін биогендік элементтер, соның ішінде азоттың жиынтық ағындысы 50,9 %, фосфор 66,9 % күрт азайған.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж. и др. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана. – Алматы: Каганат, 2003. – 723 с.
2. Максимова М.П. Критерии антропогенного евтрофирования речного стока и расчета антропогенной составляющей биогенного стока рек // Водные ресурсы. – 1979№ – № 1. – С. 35-40.

РГП «Казгидромет», г. Астана

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В РЕКЕ ИЛИ

Ж.К. Турениязова

При зарегулировании стока р.Или отмечается значительное сокращение стока биогенных веществ. Средняя антропогенная составляющая стока азотных соединений составляет 40,1 %, фосфорных – 33,1 %.

УДК 628.394(547.42+547.25)

**НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК УЛЬБА,
ЧИЛИК И ТУРГЕНЬ**

Доктор техн. наук	А.С. Абрамов
	А.С. Шамгунов
Канд. биол. наук	Ш.Г. Курмангалиева
Канд. геол.-мин. наук	Н.Г. Бреусов
	И.В. Шенбергер
Канд. хим. наук	Н.Н. Рубанюк
Канд. физ.-мат. наук	А.С. Степаненко

Рассмотрено изменение индекса загрязнения воды рек Ульба, Чилик и Тургенъ в 2006...2009 гг. Получены уравнения, описывающие изменение индекса загрязнения воды в зависимости от года и месяца.

Определение математических закономерностей изменения загрязненности воды позволяет, в частности, использовать полученные данные для прогноза загрязнений [1, 2]. В данной работе на основе анализа и обработки данных [4] исследованы некоторые закономерности загрязнения рек Ульба, Чилик и Тургенъ в 2006...2009 гг.

Состояние речных вод оценивалось индексом загрязнения воды (ИЗВ) по гидрохимическим показателям, приведенным в [4] и рассчитанном с учетом как обязательных показателей [3], так и тех загрязняющих веществ, чья концентрация превышала ПДК для водоемов рыбохозяйственного пользования.

Река Ульба является одной из самых загрязненных рек РК. Она протекает по территории Восточно-Казахстанской области в районах добычи и переработки полиметаллических руд, правый приток р. Иртыш, образуется при слиянии рр. Громотуха и Тихая, берущих начало в Ивановском и Убинском хребтах (Рудный Алтай). В устье реки расположен г. Усть-Каменогорск с множеством промышленных предприятий.

Фактические и усредненные нами значения ИЗВ за период 2006...2009 гг. для р. Ульбы представлены в табл. 1.

Основными загрязняющими веществами р. Ульбы с концентрациями, превышающими ПДК, являются медь, цинк, кадмий, марганец, железо, азот нитритный, азот аммонийный.

Река Чилик (Шелек) – второй по величине приток р. Или, берущий начало на высоте 3300...3500 м в крупнейших ледниках Заилийского и Кюнгей Алатау: Жангырык, Богатырь, Корженевского. Длина реки 245 км, площадь бассейна 4980 км². В горной части река принимает около 70 притоков, является типично горной рекой. При выходе на предгорную равнину, в пределах Илийской впадины делится на два рукава – Кур-Шелек и Улькен-Шелек, которые, разойдясь на 20 км, впадают в р. Или. После строительства Бартогайского водохранилища сток реки зарегулирован ниже плотины.

Таблица 1
Значения ИЗВ для р. Ульбы в 2006...2009 гг.

Месяц	ИЗВ				
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Январь	9,22	7,02	6,06	2,71	6,25
Февраль	7,44	3,98	5,44	5,57	5,61
Март	5,77	5,07	6,24	1,97	4,76
Апрель	4,76	5,9	3,64	4,5	4,70
Май	2,08	2,38	2,88	3,11	2,61
Июнь	2,3	2,79	1,34	3,2	2,41
Июль	2,62	2,41	1,01	2,68	2,18
Август	2,04	5,8	2,18	2,59	3,15
Сентябрь	2,24	1,71	2,67	2,82	2,36
Октябрь	3,59	7,62	1,77	2,83	3,95
Ноябрь	3,27	6,13	1,93	5,09	4,11
Декабрь	4,47	7,1	1,93	7,19	5,17
Среднее	4,15	4,83	3,09	3,69	3,94

Основными загрязняющими веществами р. Чилик являются медь, хром, железо, реже наблюдаются превышения ПДК по кремнию, марганцу, фенолу. Значения ИЗВ за период 2006...2009 гг. для р. Чилик представлены в табл. 2.

Таблица 2
Значения ИЗВ для р. Чилик в 2006...2009 гг.

Месяц	ИЗВ				
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Февраль	2,94	2,39	0,85	1,92	2,03
Апрель	1,68	1,16	1,52	1,51	1,47
Май				1,66	
Июнь	1,62	3,34	1,37	0,75	1,77
Август	1,5	1,79	1,22	2,24	1,69
Октябрь	0,92	1,52	3,65	0,62	1,68
Декабрь	2,71	1,68	3,63	(2,67)	2,67
Среднее	1,895	1,98	2,04	1,62	1,88

Пустые клетки означают отсутствие информации, нет данных за январь, март, июль, сентябрь, ноябрь. Декабрьское значение за 2009 г. отсутствует, его величина (в скобках) принята нами как среднемесячное декабрьское значение за 2006...2008 гг. Среднегодовое значение определено как среднее за февраль, апрель, июнь, август, октябрь, декабрь, при этом учтено прогнозное значение за декабрь 2009 г.

Река Турген – одна из наиболее многоводных рек, берущих начало на северных склонах Заилийского Алатау. Образуется от слияния трех рек: Чин-Турген, Орта-Турген и Киши-Турген, каждая из которых в свою очередь слагается из ряда притоков. Ширина бассейна по линии главного водораздела достигает 32 км, являясь самой длинной из рек Заилийского Алатау. Длина реки от истока до выхода из гор около 45 км и от ущелья до впадения в Капчагайское водохранилище около 60 км. Водосборная площадь – 614 км². Основная часть ее находится в горной местности. Наиболее часто встречающимися загрязняющими веществами р. Турген являются медь, хром, железо, азот нитритный, наблюдаются превышения ПДК по фенолу, фторидам, кремнию. Значения ИЗВ за период 2006-2009гг для реки Турген представлены в таблице 3. Пустые клетки означают отсутствие информации, как и по Чилику, нет данных за январь, июль, сентябрь, ноябрь.

Таблица 3
Значения ИЗВ для р. Турген в 2006...2009 гг.

Месяц	ИЗВ				
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Февраль	3,6	1,09	(1,87)	0,92	1,87
Март			1,73		
Апрель	1,57	1,46	1,56	2,07	1,67
Май				1,43	
Июнь	1,4	2,19	1,7	0,75	1,51
Август	0,92	1,4	0,93	2,29	1,39
Октябрь	1,28	1,65	1,56	1,78	1,57
Декабрь	2,14	1,01	1,71	(1,62)	1,62
Среднее	1,82	1,47	1,56	1,57	1,60

Значения ИЗВ в скобках приняты вместо отсутствующих в данном месяце и годе как среднемесячные за те годы, где они присутствуют. Среднегодовое значение определено как среднее за февраль, апрель, июнь, август, октябрь, декабрь, при этом учтены принятые значения (за февраль 2008 г. и декабрь 2009 г.).

В удобной для анализа графической форме значения ИЗВ рассматриваемых рек представлены на рис. 1 (без принятых значений).

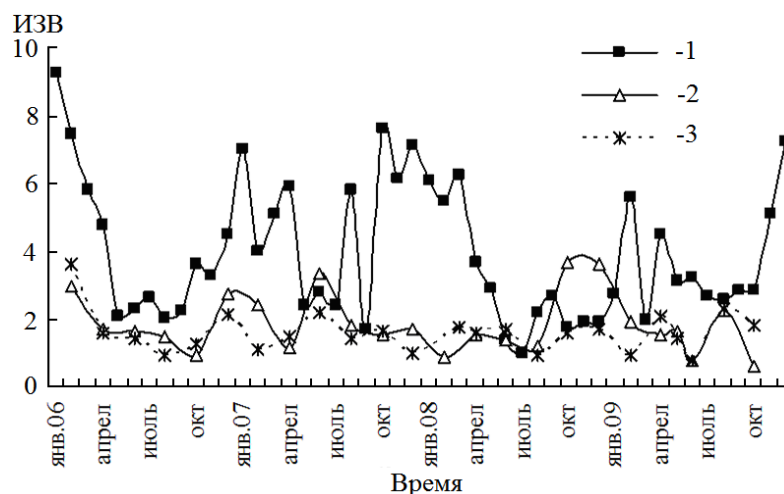


Рис. 1. Значение ИЗВ за 2006...2009 гг. рек Ульба (1), Чилик (2) и Тургенъ (3).

Для р. Ульбы хорошо заметен рост загрязнения в зимний период, с понижением весной – летом – осенью. Величина ИЗВ достигает больших значений, амплитуда колебаний высока.

Для р. Чилик максимум ИЗВ значительно ниже, меньше и размах колебаний. Уровень загрязнений также выше в зимние месяцы, за исключением зимы 2007...2008 гг.

Ход ИЗВ на р. Тургенъ в основном повторяет таковой для р. Чилик, уровень загрязнения немного ниже.

Физические причины изменения ИЗВ кроются как в сезонности стока (расхода) воды в реках, который заметно меньше в зимние месяцы, при этом с увеличением расхода воды происходит разбавление загрязнений, так и в неравномерности попадания загрязнений в воду.

Для получения аналитической формы зависимости ИЗВ от месяца и года был применен подход, описанный нами в [1, 2]. Определялись зависимости ИЗВ от месяца и года, затем полученные уравнения объединялись в одно. Усредненная по годам среднемесячная зависимость ИЗВ обобщалась в виде полиномов 4 степени в зависимости от номера месяца и представлена на рис. 2.

Как видно на рис. 2, для р. Ульбы хорошо заметна сезонная периодичность, менее ярко, но также заметно и для рек Чилик и Тургенъ.

Зависимость ИЗВ от номера года описывалась в экспоненциальной форме и представлена на рис. 3. Как видно на рис. 3, среднегодовые значения ИЗВ убывают со временем, наиболее заметно – для р. Ульбы, менее – для р. Чилик и р. Тургенъ.

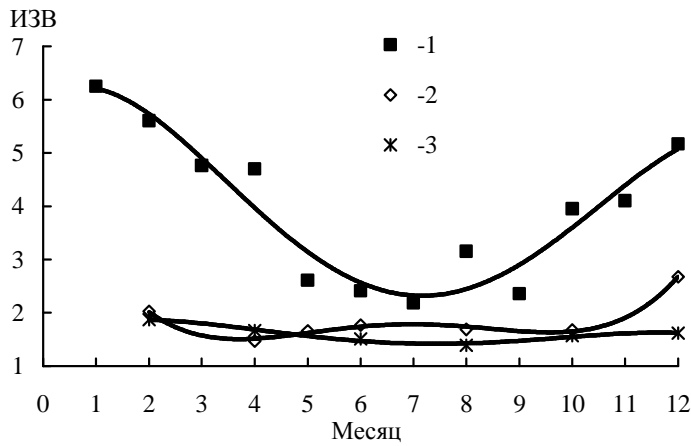


Рис. 2. Среднемесячное значение ИЗВ за 2006...2009 гг. рек Ульба (1), Чилик (2) и Тургень (3).

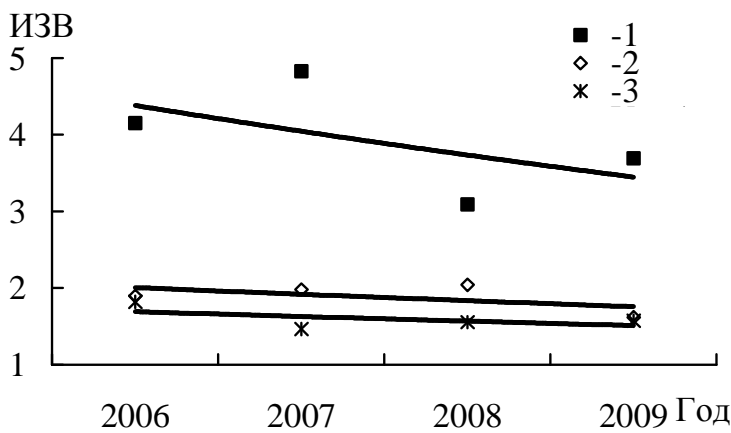


Рис. 3. Среднегодовые значения ИЗВ за 2006...2009 гг. рек Ульба (1), Чилик (2) и Тургень (3).

Обобщенные уравнения представим как произведения частных, деленное на общее среднее значение, представленное в табл. 1...3. Получим следующие уравнения:

Для р. Ульбы

$$ИЗВ = 1,21e^{-0,08(t-2005)}(-0,00244t^4 + 0,068t^3 - 0,527t^2 + 0,67t + 6). \quad (1)$$

Для р. Чилик

$$ИЗВ = 1,12e^{-0,0443(t-2005)}(0,0028t^4 - 0,0761t^3 + 0,722t^2 - 2,792t + 5,277). \quad (2)$$

Для р. Тургень

$$ИЗВ = 1,1e^{-0,038(t-2005)}(-0,000544t^4 + 0,0151t^3 - 0,132t^2 + 0,341t + 1,6), \quad (3)$$

где t – номер месяца (1÷12 для р. Ульбы и 2÷12 для рек Чилик и Тургень),
 T – номер года (2006...2009 гг.).

В предположении сохранения годовых и ежемесячных закономерностей в изменении ИЗВ рассчитаем ИЗВ для 2010 г. и сравним с фактическими значениями по [4]

Сравнение результатов расчета по (1-3) для января – июня 2010 г. (прогноз) с фактическими значениями ИЗВ приведено в табл. 4.

Таблица 4

Сравнение расчетных и фактических значений индекса загрязнения воды для января-июня 2010 г.

Значение	Месяц						Среднее
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	
	р. Ульба						
Расчетное	5,03	4,65	3,98	3,22	2,55	2,09	3,59
Фактическое	3,19	3,72	2,19	4,11	5,89	2,99	3,68
	р. Чилик						
Расчетное		1,81		1,36	1,45	1,55	1,54
Фактическое		1,41		2,52	2,36	2,39	2,17
	р. Тургень						
Расчетное		1,7		1,53	1,41	1,32	1,49
Фактическое		0,83		1,41	2,54	1,3	1,52

Как видно из данных табл. 4, для р. Ульбы предсказанные значения в январе – марте несколько выше фактических, в апреле – июне ниже, однако характер изменения во времени остается близок к фактическому. Для р. Чилик расчет выше факта в феврале, меньше факта – в апреле – июне. Для р. Тургень расчет довольно близок к факту.

Таким образом, прогнозные значения ИЗВ удовлетворительно согласуются с фактическими, о чем говорит близость средних значений рассчитанных и фактических величин ИЗВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов А.С., Бреусов Н.Г., Рубанюк Н.Н., Шенбергер И.В., Курмангалиева Ш.Г. Статистические особенности загрязнения реки Урал тяжелыми металлами и другими вредными веществами. // Комплексное использование минерального сырья. – 2009. – №4. – С. 93-98.
2. Абрамов А.С., Бреусов Н.Г., Шенбергер И.В., Степаненко А.С., Рубанюк Н.Н., Курмангалиева Ш.Г. Особенности загрязнения реки Иртыш в Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №2. – С. 162-168.
3. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин

Е.М. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Эколайн, 2000.

4. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. Казгидромет. http://www.eco.gov.kz/ekolog_arch.php

АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», г. Алматы

ҮЛБІ, ШЕЛЕК ЖӘНЕ ТҮРГЕН ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЛАСТАНУЫНЫҢ КЕЙБІР ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Техн. ғылымд. докторы	А.С. Абрамов
	А.С. Шамгунов
Биол. ғылымд. канд.	Ш.Г. Құрманғалиева
Геол.-мин. ғылымд. канд.	Н.Г. Бреусов
	И.В. Шенбергер
Хим. ғылымд. канд.	Н.Н. Рубанюк
Физ.-мат. ғылымд. канд.	А.С. Степаненко

Үлбі, Шелек, Түрген өзендерінің 2006...2009 жылдардағы ластану көрсеткішінің өзгерістері қаралған. Жыл және айға байланысты судың ластану көрсеткішінің өзгерісін суреттейтін теңдеулер алынды.

УДК 502/504:591.524.12(282.256.162.26)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗООПЛАНКТОНА

А.А. Евсеева

В статье представлены материалы исследований зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища в 2005...2010 гг. Приведен список таксономического состава, количественные показатели развития зоопланктона в годы исследований. Дана оценка экологического состояния водоема по структурно-функциональным показателям зоопланктона.

Усть-Каменогорское водохранилище создано в 1952 г. в целях развития энергетики, водного транспорта и водоснабжения. Расположено в Восточно-Казахстанской области. Занимает межгорную долину каньонного типа протяженностью 71 км, площадью 37 км², объемом 0,65 км³. Ширина водоема 400...750 м, наибольшая ширина 1200 м. Водоохранилище глубоководное, средняя глубина при полном проектном наполнении составляет 17 м. Глубины в продольном направлении затопленного русла нарастают от 6 м в зоне подпора до 46 м у плотины.

Усть-Каменогорское водохранилище характеризуется большой проточностью с крайне неустойчивым обменом водных масс: 27...41 раз в год (в среднем, 23 раза). Регулирование стока водохранилища недельно-суточное.

По морфометрическим, гидрологическим и температурным характеристикам водоем условно разграничивается на три отличающиеся между собой части: верхнюю – от зоны подпора Бухтарминской ГЭС (БГЭС) до Пионерского мостика (железнодорожный мост через водохранилище); среднюю – от Пионерского мостика до залива Масьяновского; приплотинную (нижнюю) – от залива Масьяновский до плотины УК ГЭС.

Верхняя часть вблизи плотины БГЭС и г. Серебрянска характеризуется наличием небольшого течения, малыми глубинами и самой низкой температурой воды. На биотопы и биоценозы средней части вблизи п. Огневка значительное влияние оказывает добыча полиметаллических руд на Огневском руднике.

Усть-Каменогорское водохранилище – холодноводный водоем, его прогрев определяется поступающими водными массами из нижних и средних слоев Бухтарминского водохранилища. В летний период они не прогреваются выше 8,0 °С. В связи с этим, даже в период максимального прогрева температура в наиболее прогреваемой средней части водоема не превышает 22,0 °С на поверхности. Усть-Каменогорское водохранилище является ярким примером воздействия гидрологического режима на гидробиологические показатели. Особенности водоема – значительный водообмен, холодноводность, почти полное отсутствие литорали [10].

Материал и методика. Исследования зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища проводили в июне-июле 2005...2006 гг. в составе маршрутных экспедиций Алтайского филиала «Научно-производственного центра рыбного хозяйства», в июне-августе 2009...2010 гг. в составе экспедиций Восточно-Казахстанского Центра гидрометеорологии. Всего за указанный период было обследовано 7 станций (19 створов), отобрано и обработано 78 количественных проб зоопланктона. Карта-схема станций отбора проб представлена на рис. 1.

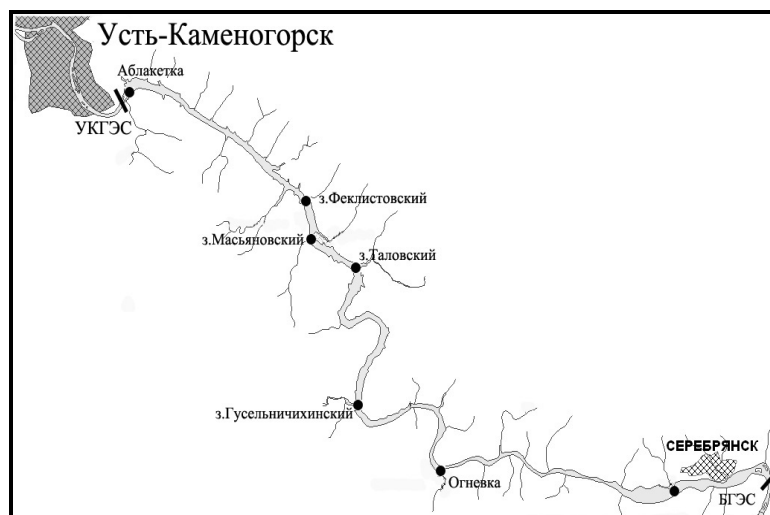


Рис. 1. Карта-схема Усть-Каменогорского водохранилища со станциями отбора проб.

Количественные пробы зоопланктона отбирались в соответствии с «Методическим пособием при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос)» [16]. Определение различных групп организмов вели по соответствующим определителям [2, 4, 5, 7, 8, 9]. Для расчета биомассы использовали уравнения, при-

веденные в работе Е.В. Балушкиной и Г.Г. Винберга [1]. Уровень продуктивности определяли по «шкале трофности» С.П. Китаева [3]. Органическое загрязнение водной толщи оценивали по методу Пантле и Бука в модификации Сладечека [13, 14, 15]. Оценку качества вод проводили в соответствии с «Комплексной экологической классификацией качества поверхностных вод суши по О.П. Оксийку и В.Н. Жукинскому» [6]. Также использовали метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития зоопланктонных сообществ, который был разработан на основе результатов комплексных исследований на водоемах с различной загрязненностью в Российской Федерации [11]. Для определения структурированности гидробиоценозов рассчитывали индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (по численности) [17].

Таксономический состав. В 2005...2010 гг. в составе зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища было обнаружено 38 таксонов, из них: коловратки – 19 видов, веслоногие рачки – 6, ветвистоусые рачки – 13. Наиболее часто встречались из коловраток *Polyartha dolichoptera*, *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*; из копепод – *Cyclops vicinus* и *Mesocyclops leukarti*. Таксономический состав зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища представлен в табл. 1.

Таблица 1

Таксономический состав и частота встречаемости зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища, (%)

Таксоны	Сапробность	Частота встречаемости, (%)			
		2005	2006	2009	2010
Rotifera					
<i>Rotifera gen sp.</i>	-	33	83	3	4
<i>Notommata saccigera</i> Ehrenberg	o	-	67	-	-
<i>Eothinia sp.</i>	-	-	-	3	11
<i>Trichocerca sp.</i>	-	-	17	-	-
<i>Synchaeta sp.</i>	-	17	-	-	-
<i>S. pectinata</i> Ehrenberg	β -o	33	-	-	-
<i>S. kitina</i> Rousselet	o- β	-	17	3	-
<i>S. tremula</i> (Muller)	-	-	17	-	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	o- β	83	100	30	70
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof)	o	-	17	9	-
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	o- β	58	100	64	71
<i>Lecane sp.</i>	-	-	-	-	4
<i>L.</i> (Muller)	o- β	8	50	-	-
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	β -o	58	33	39	30
<i>K. quadrata</i> (Muller)	o- β	58	33	76	48

Таксоны	Сапробность	Частота встречаемости, (%)			
		2005	2006	2009	2010
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	o	92	83	88	67
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg)	-	17	33	-	-
<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet)	o	8	-	36	15
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)	β - α	8	-	-	-
Соперода					
<i>Neurodiaptomus incongruens</i> (S. Poppe)	-	8	-	24	7
<i>Macrocylops albidus</i> (Jurine)	-	17	-	6	4
<i>Cyclops vicinus</i> (Uljanine)	-	58	83	94	89
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	-	50	67	52	100
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer)	-	25	-	-	4
<i>Harpacticoida</i> gen sp.	-	-	-	9	4
Cladocera					
<i>Sida crystallina</i> (Muller)	o	-	-	6	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	o- β	50	-	58	37
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (Muller)	β	8	-	9	7
<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	4
<i>D. cucullata</i> (Sars)	β	33	-	30	37
<i>Daphnia longispina</i> (Muller)	β	18	4	-	-
<i>Chydorus schaefericus</i> (Muller)	o- β	25	33	18	22
<i>Alona quadrangularis</i> (Muller)	o- β	-	-	3	-
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	-	-	-	3	-
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	x-o	17	-	3	-
<i>Macrotrix laticornis</i> (Jurine)	β	-	-	18	4
<i>Bosmina longirostris</i> (Muller)	o- β	33	33	39	63
<i>Leptodora kindti</i> (Focke)	o- β	8	-	12	22
Всего количество таксонов в год		24	17	26	23

Количественные показатели. В 2005...2006 гг. средние значения биомассы зоопланктона варьировали в пределах 205...973 мг/м³, класс продуктивности: самый низкий – низкий; тип водоема по шкале трофности: ультраолиготрофный – β -олиготрофный (табл. 2).

Таблица 2

Численность (N, тыс. экз./м³) и биомасса (B, мг/м³) зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища

Группы зоопланктеров	2005 г., июль-июль		2006 г., июль		2009 г., июль-август		2010 г., июль-август	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Rotifera	19,9	158	24,9	275	7,5	24	7,1	9
Соперода	53,6	704	33,8	223	17,6	271	15,5	140
Cladocera	6,1	111	24,5	103	6,0	184	2,4	56
Всего	79,6	973	83,1	601	31,2	480	25,0	205

Класс продуктивности и трофность по Китаеву [3]				
	низкий класс, β -олиготрофный тип	низкий класс, β -олиготрофный тип	очень низкий, α -олиготрофный тип	самый низкий, ультраолиготрофный тип

Доминирующей группой по численности и биомассе являлись веслоногие рачки.

Оценка качества водоема. Из 38 таксонов зоопланктонных организмов 23 являлись показателями сапробности. Отмечалось преобладание в зоопланктоне α - β -сапробных видов.

Значения индекса сапробности варьировали в пределах 2 класса качества. Воды на всех исследуемых станциях соответствовали категории «чистые» (табл. 3).

Таблица 3

Индекс сапробности Усть-Каменогорского водохранилища

Участки водохранилища	Год				Среднее
	2005	2006	2009	2010	
з. Масяновский	-	1,22	-	-	1,22
з. Гусельничихинский	1,30	1,37	-	-	1,37
з. Феклистовский	1,42	-	-	-	1,42
з. Таловский	1,40	-	-	-	1,40
Серебрянск	1,38	1,25	1,42	1,41	1,36
Огневка	-	-	1,47	1,47	1,47
Аблакетка	-	-	1,44	1,43	1,44
Среднее	1,38	1,28	1,44	1,44	1,39

Значения индекса видового разнообразия Шеннона-Уивера, рассчитанного по численности зоопланктона, в 2005...2010 гг. варьировали в широком диапазоне от 1,55 до 3,42. В 2005...2006 гг. индекс видового разнообразия составил 1,84...1,98, что позволило охарактеризовать водохранилище как водоем, имеющий невысокий уровень видового разнообразия и устойчивости сообщества (табл. 4). В 2009...2010 гг. индекс несколько увеличился, что указывает на структурные перестройки в гидробиоценозах.

Нарушения экологического баланса водных экосистем можно оценить через изменения в развитии планктонного пелагического сообщества. В качестве критерия механизма адаптации используется изменение соотношения общей численности и общего числа видов. Графический способ

обобщения информации позволил выделить на рисунке зоны, отождествляющие состояние экосистемы, и дать экологическую интерпретацию возможных природных модификаций экосистемы водоема в целом и отдельных его частей [11].

Таблица 4

Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (бит/экз.) Усть-Каменогорского водохранилища

Участки водохранилища	Год				Среднее
	2005	2006	2009	2010	
Масяновка	-	2,45	-	-	2,45
Гусельничиха	1,77	2,09	-	-	2,09
Феклистовка	2,00	-	-	-	2,00
з. Таловский	2,23	-	-	-	2,23
Серебрянск	1,93	1,59	2,43	2,06	2,03
Огневка	-	-	2,59	2,14	2,37
Аблакетка	-	-	2,51	2,44	2,48
<i>Среднее</i>	<i>1,98</i>	<i>1,84</i>	<i>2,51</i>	<i>2,21</i>	<i>2,19</i>
<i>Класс качества</i>	<i>3</i>		<i>2</i>		
<i>Характеристика</i>	<i>воды умеренно загрязненные</i>		<i>воды чистые</i>		

Проследим динамику состояния экосистемы исследуемого водохранилища за последние годы (рис. 2).

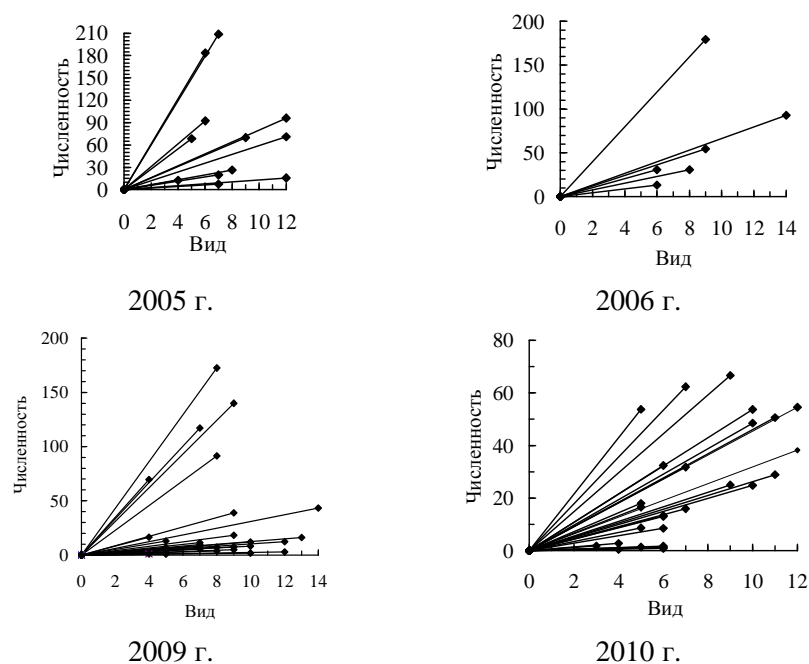


Рис. 2. Векр векторов для Усть-Каменогорского водохранилища.

Веер с короткими векторами с тенденцией приближения к оси абсцисс (см. рис. 2) характерен для экосистем с богатыми компенсационными возможностями. Это подтверждается количественными показателями развития, что проявляется в достаточно широком и равномерном веере пучка в 2005...2010 гг.

Расположение векторов в нижней части указывает на такое состояние экосистемы, для которой характерны низкий трофический потенциал и небольшое количество различных экониш, так как в течение всего исследуемого периода общее число видов не превышало восьми.

Таким образом, по расположению векторов в декартовой плоскости можно заключить, что Усть-Каменогорское водохранилище это водоем с богатыми компенсационными возможностями, признаков процесса антропогенного эвтрофирования не выявлено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: Наука, 1979. – С. 169-172.
2. Ибрашева С.И., Смирнова В.А. Кладоцера Казахстана. – Алма-Ата: Мектеп, 1983. – 135 с.
3. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // Тез. докл. V съезда ВГБО, ч. II. – Куйбышев, 1986. – С. 254-255.
4. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
5. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. – М.-Л.: Наука, 1964. – 326 с.
6. Окснюк О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / Окснюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П., Линник П.Н., Кузьменко М.И., Кленус В.Г. // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29. – №4. – С. 62-71.
7. Определители организмов пресных вод СССР. Пресноводные CALANOIDA СССР. / В.М. Рылов. – Л.: 1930. – 288 с.
8. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Отв. ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 512 с.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Ракообразные. / С.Я. Цалолыхин. – СПб.: Наука, 1995. – Т. 2. – 628 с.

10. Отчет о научно-исследовательской работе «Экологический мониторинг, разработка путей сохранения биоразнообразия и устойчивого использования ресурсов рыбопромысловых водоемов трансграничных бассейнов. Раздел: Верхне-Иртышский бассейн (заключительный) 03.03.03.НЗ», № ГР (РК) 0101РК00134
11. РД 52.24.565-96. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития зоопланктонных сообществ. – М.: Госстандарт., 1996, – 16 с.
12. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 318 с.
13. Унифицированные методы исследования качества вод. Атлас сапробных организмов. – М.: Изд. СЭВ, 1977. – Приложение 2. – 227 с.
14. Унифицированные методы исследования качества вод. Индикаторы сапробности. – М.: Изд. СЭВ, 1977. – Приложение 1. – 88 с.
15. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. – М.: Изд. СЭВ, 1976. – Часть III. – 185 с.
16. Шарапова Л.И., Фаломеева А.П. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос). – Алматы, 2006. – 27 с.
17. Шуйский В.Ф., Максимова Т.В., Петров Д.С. Биоиндикация качества водной среды, состояния пресноводных экосистем и их антропогенных изменений // Сборник научн. докл. VII междунар. конф «Экология и развитие Северо-Запада России», Санкт-Петербург, 2-7 авг. 2002 г. – СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2002. – С.110-129.

Восточно-Казахстанский центр гидрометеорологии, г. Усть-Каменогорск

ӨСКЕМЕН СУҚОЙМАСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЗООПЛАНКТОН КӨРСЕТКІШТЕРІ БОЙЫНША БАҒАЛАУ

А.А. Евсеева

Мақалада Өскемен суқоймасының 2005..2010 жылдардағы зоопланктонын зерттеу мәліметтері көрсетілген. Таксономикалық құрам тізімі, зоопланктонның зерттеу жылдардағы дамуының сандық көрсеткіштері қарастырылған. Зоопланктонның құрамдас-функционалды көрсеткіштері бойынша суқойманың экологиялық жағдайы бағаланған.

ӨОК 551.435(574)

**КАСПИЙМАҢЫ МҰНАЙЛЫ АУДАНДАРЫНДАҒЫ
ЭКОЖҮЙЕЛІК МОНИТОРИНГ**

Геогр. ғылымд. канд. А.Ғ. Көшім

Мұнай кен орындарын игеруде, нәтижелік технологияны пайдалануда экологиялық қауіпсіздік қамтамасыз ету қажет. Мұндай және басқа да мәселелерді шешу үшін экологиялық мониторинг жүргізу қажет. Экологиялық мониторингтің міндеттеріне: мұнай ұңғымалары, мұнай құбырлары, автокөлік жүретін аудандарда топырақ және өсімдік жамылғысының механикалық бұзылуы; газ факелдерінің қоршаған экожүйелерге әсерінің бағасы т.б. жатады.

Каспиймаңы аудандарындағы мұнайдың қарқынды игерілуі аумақтың табиғи жағдайын үлкен өзгеріске соқтырды. Аймақтың физикалық-географиялық ерекшеліктерін ескермей отырып автожолдар, мұнай құбырлары, техникалық коммуникациялар салыну көптеген табиғи үрдістерді қарқынды жүруіне әсер етті. Мұнай құбырлары әсерінен болған табиғи ортаның деградациясы туралы мәліметтер жеткілікті [2, 6, 9]. Өсімдік және топырақ биотасы бұзылып [4] және топырақтың агрохимиялық және физикалық-химиялық қасиеттері өзгеріп жатыр [7]. Мұндай және басқа да мәселелерді шешу үшін экологиялық мониторинг жүргізу қажет. Мұнайлы аудандарда мониторингті ұйымдастыру аумақтық және жергілікті мониторинг элементтерінен тұрады.

Аумақтық мониторингке кен орнының барлық ауданында табиғи ортаның өзгеруін бақылау (автожолдар және мұнай құбыр жүйесі) кіреді, жергілікті мониторингке – үлескіде орналасқан мұнай өнеркәсібінің нақты нысандарының экожүйесін бақылау кіреді (барлау және мұнайөндіруші ұңғымалар, вахта ауылдары, автокөліктер, трассалар, мұнай және газқұбырлары).

Жиі жағдайда көптеген зерттеушілер, экологиялық мониторингке тек ортаның деградация деңгейімен ластаушы заттар көздерін қана бақылауды жатқызады. Бірақ, мониторинг концепциясы осы күндері жақсы толығымен құрастырылған және аумақтық физикалық-географиялық жағдайды және антропогендік әсер деңгейін есепке алып

қолдануды талап етеді. Нысанға және бақылау мақсатына байланысты мониторинг келесі түрге бөлінеді: гигиеналық, биосфералық, геожүйелік, биологиялық, геофизикалық және т.б. [8]. Мысалы, В.А. Ковда и А.С. Керженцев нысандар мониторингісінің үш тобын ажыратады: табиғи орта ерекшелігінің геофизикалық, геохимиялық және биологиялық мониторингісі. Сонымен қатар, игерілген аймақтардың геожүйесін бақылау медициналық-демографиялық және әлеуметтік – экономикалық бақылауыменен толықтырылу керек [5].

Біз, А.Г. Дюнареваның [3] табиғи ортаға мұнай өндірісінің әсерін екі топқа болуге болады деген пікірін қолдаймыз. Бірінші топқа жер бетін (топырақты) бұзатын және табиғи үрдістерді өзгертетін механикалық әсерлер жатады, екіншісіне – аймақты мұнай өнімдерімен ластайтын химиялық әсерлер. Мұнайлы аудандарда мониторинг ұйымдастыру үшін келесі міндеттер орындалу тиіс: мұнай ұңғымалары, мұнай құбырлары, автожолдар орналасқан аудандарда топырақ және өсімдік жамылғысының механикалық бұзылуын бағалау; қоршаған экожүйелерге газ факелдерінің әсерін бағалау; табиғи орта компоненттерінің мұнай және мұнай өнімдерімен ластануын бақылау; жер асты және жер беті суларының гидрологиялық режимі және химиялық құрамының өзгеруін бақылау; мұнай өндіруші аудандарда экожүйенің қайтадан қалпына келуін бақылау. Бұл міндеттерді орындаған жағдайда мониторингтің мақсатына жетуге болады. Мониторингтің мақсаты – бұл қоршаған орта және оның бағасы туралы өткен, қазір және болашақта шынайы ақпарат алу [1].

Механикалық әсер арқылы болған бұзуларды бақылау үшін экожүйенің нақты жағдайын және болашақта оның компоненттерінің қайта қалпына келуін және деградациялық динамикасын бақылау үшін картографиялау қажет. Геохимиялық өзгерістерді анықтайтын әсерлерді бақылау ластаушылардың нормативін есепте алуды қажет етеді. Екі жағдайда да экожүйеге шектеулі жүктемелер нормасын анықтау, сондай-ақ, мониторинг міндеттеріне жататын табиғатты қорғау және қалпына келтіру үшін аймақтық сұлба қажет.

Бақылау нысандары мониторинг мақсатына және міндеттеріне байланысты таңдалады. Негізінен, бұл экожүйелер немесе қоршаған орта өзгерісін қатты сезетін экожүйе құрамдағы бөліктер. Бақылау аймағы зоналарға бөлінеді. Зоналарда антропогендік жүктеме қарқындылығы, бақылау параметрлерін анықтайды.

Біріншіден, өнеркәсіптік зонасы анықталады. Бұл зона мұнай өндіруші нысанның тікелей әсерінде орналасады, немесе, бұл зонада мұнай өндіріледі. Оның ауданы техногендік әсердің қарқындылығымен және өндіріс нысанының қауаттылығымен анықталады. Мұнай кен орындарында, зонаның ауданы, өндіріліп жатқан мұнай көлемімен және қоршаған экожүйенің тұрақтылығымен байланысты. Келесі санитарлық зона орналасады, ол жерде нысанның тікелей әсері жоқ немесе әсері шектелген. Санитарлық зонасы өнеркәсіптік зонасының ауданынан үлкен болу керек. Қалған қоршаған аймақ фонды зонаға жатады және табиғи үрдістердің бағытын анықтайтын бақылау зонасы ретінде пайдаланады. Мұнай кен орындарын, әсіресе өнеркәсіптік және санитарлық зоналарға бөлу кезінде, жел және су ағынының бағыттарын есепке алу қажет.

Сонымен, әрбір нысанға мониторинг жүргізу үшін, ең кемінде, үш нүктеден бақылау керек. Бақылау нүктелері өнеркәсіптік, санитарлық және бақылау (фонды) зоналарында орналасады. Бақылау нүктесін таңдау принципі әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы, зонада кездесетін барлық экожүйелер типін қамтамасыз ету; тек қана нақты ландшафттарды бақылау немесе геохимиялық тепе-тендігі тұрақсыз ландшафттарды бақылау. Бақылау нүктелерінің саны морфологиялық құрлысының күрделігімен және компоненттер құрамымен анықталады, бірақ екі нүктеден кем болмау керек.

Мониторинг негізі ретінде табиғи орта жағдайын бағалау критерийін анықтау және бақылау жүргізілетін көрсеткіштерді топтастыру. Бақылау параметрлерінің саны және құрамы мониторингтің түрі мен мақсатына қарай әртүрлі болуы мүмкін. Бірақ, қандай болсын жағдайда, бағалаудың көрсеткіштері мен критерийлері алдын-ала талдануы және ЖМСТ және аумақтық ЖСТ деңгейлерінде қабылдануы қажет [3]. Тек қана осы шарттар орындалған жағдайда жүргізілетін бақылаулар бір-біріне сәйкес келеді де мониторинг функцияларын атқара алады.

Сыртқы әсерлердің жылдамдығына байланысты бақылау параметрлерін үш топқа бөлу керек. Бірінші топқа – сәтсіздік жағдайдың ертерек диагностикасының ең жақсы динамикалық көрсеткіштері жатады. Олар жыл ішінде үнемі қайта-қайта бақыланып тұрады, ал қайталануы уақытша интервалдармен немесе экожүйелердің және олардың компоненттер жағдайының маусымды фазаларымен анықталады. Екінші топ көрсеткіштері тұрақты параметрлермен ерекшеленеді, оларды жылына бір рет бақылауға болады – экожүйелердің максимальды «піскен» және тұрақтанған кезінде.

Үшінші топқа экожүйелердің терең және қатты өзгерген көрсеткіштері кіреді. Олар бір жаққа бағытталған үрдістердің ұзақ әсерінен қалыптасады, оларға бірнеше жылда бір рет немесе көпжылдық климаттық көрсеткіштер бойынша бақылау жүргізіледі. Мұндай көрсеткіштерге экожүйелердің шекаралары және пішіндері, биогеноценоздардың құрлымдары, өсімдіктердің құрамдары, аймақтың жалпы гидрологиялық режимі, топырақ морфологиясы және т.б. өзгеруі жатады [3].

Каспиймаңы мұнайлы аудандарында мониторинг ұйымдастыруы үшін келесі параметрлерлер ұсынылады: экожүйе өнімділігінің өзгеруі; өсімдіктің морфопатологиялық өзгеруі; топырақтың құрамы және қасиеттерінің өзгеруі; шөл зонасының экожүйе жағдайын және ең кеңінен таралған тұздану үрдісінің қарқындылығын бақылау; экожүйелердің шекаралары мен конфигурацияларының өзгеруі.

Мониторинг ұйымдастыру барысында ара қашықтықтан зерделеу әдістері үлкен роль атқарады. Экожүйе жағдайын ара қашықтықтан әуе-ғарыштық зерделеу арқылы бақылау әдістері экожүйелердің техникалық әсерден бұзылған аудандардың өзгеруін бағалау және нысанының әртүрлі бақылау зонасында экожүйенің жағдайын анықтау үшін динамикалық жағдайды бағалауда кеңінен қолдануға болады. Экожүйенің жағдайын ара қашықтықтан бақылау жер бетіндегі стационарлы және жартылай стационарлы зерттеулермен толықтыру қажет, олар экожүйенің сыртқы әсерге реакциясын бағалау үшін нақты ақпараттар алу мүмкіншілікін береді.

Соңғы жылдары мониторинг жүргізуде кеңінен ГАЖ (географиялық ақпараттар жүйесі) технологиялары қолданылады. ГАЖ арқылы аймақтың қазіргі жағдайын бағалау үшін ара қашықтықтан зерделеу мәліметтер қолдану әдістері пайдаланады.

Қазіргі кездегі мониторингтің міндетті элементі болып ақпараттық-басқару жүйесін құрастыру саналады, ол тек ақпарат жинаудан басқа (банк мәліметтерін құрастыру) келіп түсетін ақпаратты нормадан тыс шығып қалғанын жедел түрде анықтауға мүмкіншілік береді.

Жоғарыда айтылғандар Каспиймаңы мұнайлы аудандарының экожүйелік мониторингісінің барлық жағын ашпайды, бірақ оның ұйымдастыру жалпы принциптерін көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Держинская И.С. Микробиологический мониторинг техногенных водных и почвенных экосистем // Материалы научно-производственного семинара. – Астрахань, 1997. – С. 176-178.

2. Дончева А.В. Ландшафты в зоне воздействия промышленности. – М.: Наука, 1981.
3. Дюнарев А.Г. Принципы организации экосистемного мониторинга в нефтеносных районах Западной Сибири // География и природные ресурсы. – 1997. – №2. – С. 131-134.
4. Казанцева М.Н. Влияние нефтяного загрязнения на таежные фитоценозы Среднего Приобья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Екатеринбург, 1994.
5. Ковда В.А., Керженцев А.С. Экологический мониторинг: концепция, принципы, организация // Региональный экологический мониторинг. – М.: Наука, 1983. – С. 7-14
6. Пиковский Ю.Н. Геохимические особенности техногенных потоков в районах нефтедобычи // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. – М.: Наука, 1981.
7. Славина Т.П., Кахатинина М.И. Середина В.П. Изерская Л.А. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами // Основы использования и охраны почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд. – 1989.
8. Сериков Ф.Т. Экологический мониторинг нефтегазовых регионов Каспийского моря // Нефть и газ. – 1999. – №1. – С. 104-107.
9. Хазиев Ф.Х., Фаткиев Ф.Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении // Агрехимия. – 1986. – №10.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы.

ЭКОСИСТЕМНЫЙ МОНИТОРИНГ В НЕФТЕНОСНЫХ РАЙОНАХ ПРИКАСПИЯ

Канд. геогр. наук А.Г. Кошим

При разработке эффективной технологии освоения нефтяных месторождений необходимо обеспечение экологической безопасности. Для решения этих и других проблем необходим экологический мониторинг, задачами которого являются: оценка механических нарушений почвенного и растительного покрова в районах нефтяных скважин, нефтепроводов, автодорог; оценка влияния газовых факелов на окружающие экосистемы и др.

УДК 669.712.2; 661. 862. 32; 628.335

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КОКСУСКОГО ШУНГИТА

Канд. техн. наук

У.Ш. Мусина

Показан экологический потенциал коксуских шунгитистых пород.

В настоящее время актуальны проблемы создания и сохранения устойчивых экосистем, в частности, природно-технических или геотехнических экосистем (ГТЭС). Для достижения данной цели существуют разные направления:

1) использование экологически чистого сырья, что позволит создавать экологически чистые технологии с наименьшим количеством технологических операций, меньшим количеством отходов наименьших классов опасности;

2) экологизация технологий, включающая: усовершенствование существующих технологий производства; инженерную защиту окружающей среды от существующих технологий; разработку новых экологичных инновационных технологий с внедрением управления отходами производства.

В решении всех этих проблем можно применить коксуские шунгиты (торговая марка «Таурит»).

Известно, что шунгитовые породы являются уникальным природным наноструктурированным композитом, состоящим из основных компонентов – углеродистого вещества, минералогически близкого к графиту, и микрокристаллического кремнезёма. Шунгиты обладают высокой прочностью, плотностью, химической стойкостью и электропроводностью.

Долгое время шунгиты не находили применения на практике из-за своих необычных свойств, благодаря особой (шунгитовой) структуре углерода. Шунгит обладает высокой активностью и реакционной способностью – при нагреве он способен забирать кислород из воздуха. В термических условиях шунгит отнимает кислород из силикатных минералов, проявляя «антиоксидантные» свойства. Шунгит негорюч. Считается, что именно наноструктура шунгита определяет ее специфические свойства: сорбционные, каталитические, восстановительные (антиоксидантные), способность к саморегенерации.

Шунгиты Коксуского месторождения обладают широким экологическим потенциалом. Так, для создания экологически чистых технологий

они сами являются экологически чистым сырьем (по радиоактивности, содержанию токсичных примесей).

Для экологизации технологий шунгиты могут быть использованы: в металлургии (заменитель кокса и флюсующих добавок; в окислительно-восстановительных процессах шунгитовые породы очень активны, особенно при высоких температурах, что дает возможность их широкого применения в металлургии железа и цветных металлов; они также используются при плавке фосфорсодержащих пород для производства жёлтого фосфора), в производстве резинотехнических изделий, в производстве строительных материалов, что позволит усовершенствовать существующие технологии производства.

В области экологии и защиты окружающей среды шунгиты могут быть использованы в процессах очистки питьевой и сточной воды от вредных загрязнений; демеркуризации почв; водоемов, загрязненных ртутью и ее соединениями; очистки грунтов и водоемов от загрязнений нефтепродуктами, гептилом и токсичными продуктами его распада; экранировании низкорadioактивных отходов; снижении содержания дефолиантов в почве, в волокнах и семенах хлопчатника и др., защиты человека от электромагнитных излучений различной природы, повышения иммунных характеристик человека и животных, в лечебных свойствах, по отношению к широкому ряду заболеваний [1, 2].

В области управления отходами производства шунгиты могут быть использованы как экранирующие материалы при захоронении токсичных и радиоактивных отходов.

Обзор областей исследований и применения шунгитов можно представить схематически (рис.).

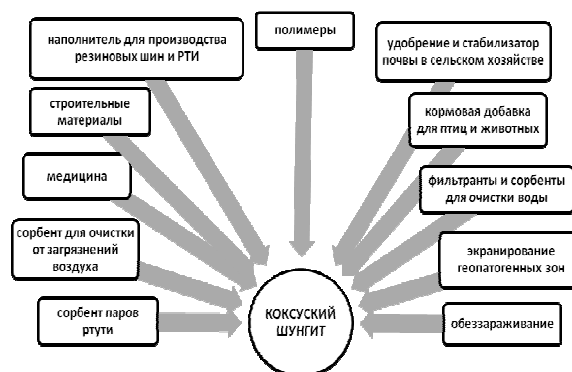


Рис. Области исследований и применения коксуских шунгитов, снижающих экологическую нагрузку на экосистемном уровне.

Исследованиям подвергались две разновидности коксуских шунгитов – сланцевый и карбонатный.

Химические и физические свойства коксуского шунгита. Коксуский шунгит негорюч. Обладает высокой химической стойкостью по отношению к неорганическим кислотам и многим растворителям. Усредненный химический состав коксуских шунгитов представлен в табл. Как видно из данных табл. в составе шунгитов токсичных примесей или опасных их концентраций нет.

Таблица

Химический состав коксуских шунгитов

Макрокомпоненты, %			Микрокомпоненты, ppm		
компонент	таурит сланцевый (ТС)	таурит карбонатный (ТК)	компонент	таурит сланцевый (ТС)	таурит карбонатный (ТК)
C	1,0...16,0	4,5...18,0	Zn	60	40
SiO ₂	50,0...75,0	29,0...42,0	Ni	50	30
Al ₂ O ₃	5,0...13,0	5,0...9,0	Y	50	30
Fe ₂ O ₃	3,0...4,0	2,0...5,0	Sc	50	40
K ₂ O	1,0...2,0	1,5...3,0	P	40	30
CaO	0,2...6,0	20,0...32,0	Cr	40	40
Na ₂ O	0,2...0,5	0,2...0,7	Co	25	15
MgO	0,71	2,32	Mo	20	2
TiO ₂	0,2...0,5	0,2...0,5	Li	20	20
Mn	0,1	0,08	Pb	15	10
Ba	0,06	0,08	Cu	10	40
Zr	0,05	0,05	Nb	8	8
Sr	0,04	0,05	Ga	8	5
V	0,015	0,015	Sn	4	2
B	0,01	0,02	Be	3	4
рН водной суспензии: ТС различных фракций 8,3...8,8; ТК 6,0...10,0; ТКС 8,4...8,8. Объемная насыпная плотность 1170...1200 г/дм ³			W	3	3
			Bi	1	0,5
			As	1	1

Коксуский шунгит (стандартные образцы двух модификаций) термостоек до 900...1000 °С, обладает светостойкостью, органофильностью, что открывает возможности применения в различных сферах промышленного производства, например, в качестве наполнителя резин, в том числе в автомобильных шинах и добавок в рецептуры каучуков. Шины с добавкой

шунгитовой породы в качестве наполнителя становятся более тепло-, морозо- и износостойкими. Применение коксуского шунгита в шинном производстве перспективно благодаря его химическому составу – содержанию силикатов до 70 %. Применение его в смесях снижает стоимость шин на 2...4 % [1].

Введение таурита в полимеры позволяет: улучшить прочностные показатели, огнестойкость, тепло- и электрофизические свойства, снизить токсичность при горении и т.д. Супер-наполненные полимеры (СНП) могут применяться: в строительстве в качестве конструкционных, отделочных материалов; трубопроводов, обладающих повышенной огнестойкостью, стойкостью к воздействию агрессивных и атмосферных факторов, водостойкости и кислотостойкости; для экономии полимерных материалов.

Шунгиты перспективны в строительстве тёплых полов с экранирующим эффектом в жилых зданиях, снижающих вредное воздействие электромагнитных волн техногенного происхождения на организм человека, что особенно важно при строительстве домов вблизи аэропортов, сигнальных и передающих вышек мобильной связи. Решение этих вопросов может быть достигнуто благодаря добавлению в стройматериалы обыкновенных шунгитовых пород. Существуют комнаты отдыха, облицованные российским шунгитом. Так, полы Исаакиевского и Казанского соборов в Санкт-Петербурге, часть зданий в Петрозаводске украшены шунгитовыми плитами. При отделке пола Храма Христа Спасителя в Москве также использовался шунгитовый камень.

Шунгитсодержащие покрытия в строительстве позволяют создать коллективные средства защиты населения и работающего персонала от радона, геопатогенных излучений, статического электричества, электромагнитных полей и электромагнитного терроризма без применения металлических экранов. Из шунгитов можно получать черную краску и отделочные камни.

В изучении физико-химических свойств коксуских шунгитов принимали участие ведущие институты РК: институт ядерной физики НЯЦ РК, Казахский НИИ Геофизики, ИМиО МОН РК, Алматинский Энергетический институт, Производственно-исследовательский центр «Геоаналитика», КазНУ им. аль Фараби.

Сегодня известно, что шунгитовый слой 0,25...0,5 м (марка «Таурита» ТС, ТК) позволяет полностью остановить выход ртути на поверхность почвы и сорбировать ртутные пары. Скорость сорбции ртути и ем-

кость при использовании таурита намного превосходит традиционные сорбенты: бентонитовую глину, золу ТЭЦ. Так, коксуский шунгит уже в течение первого месяца набирает 200 мг ртути на 1 кг веса шунгита, а при использовании, например, золы ТЭЦ этот же результат достигается после года ее применения.

Многовекторные исследования коксуского шунгита показали, что их применение позволяет снизить концентрацию загрязнения почвы ракетным топливом – гептилом в 1000 раз [1]. Шунгиты стабилизируют почвы по влагопотреблению и минеральному составу; применение шунгитов и их производных оказало положительное влияние на сохранность, живую массу, конверсию корма и качество мясных продуктов (кур); опытное применение шунгита дало стабильные и высокие урожаи возделываемых культур (кукурузы и хлопчатника) [3]; применение шунгита перспективно в медицине: в качестве настоев зерен таурита на воде, тауритовых паст, аппликаций, физиотерапевтических смесей, которые применяются для лечения: аллергических, кожных, респираторных, гинекологических, мышечных и суставных заболеваний (в трудах Шалагановой М.О., Молдакуловой Р.Р., Зазулевской Л.Я., Баскаковой И.В., Раисовой А.Т., Куанышевой С.Х., Абдыкаримовой А.О., Танатаровой Л.Т., Ормантаевой С.К., Оралбаевой А.Д., Юн Л.Б., Бартновского В.И., Сарсембаевой Н.Б., Палтушевой Т.П., Пивоварова Л.П., Мамедалиевой М.М., Таниной И.В., Севастьяновой С.В.); очищение геопатогенных зон, например, в квартирах снимается нервное напряжение, устраняются головная боль и бессонница, повышается энергетика и общий тонус, локализует более 70 % патогенного излучения от сотовых телефонов [2].

Шунгит обладает в равной степени всеми качествами, которые необходимы для хорошего фильтрующего элемента:

- достаточная прочность породы, имеющая высокие показатели плотности и механической стойкости,
- повышенная химическая стабильность в присутствии агрессивных примесей,
- бактерицидные свойства шунгита, позволяющие уничтожать бактерии в составе воды и использовать в медицине для лечения различных заболеваний.

Коксуские шунгиты в течение 5 лет применяются как фильтрующий материал на станции подготовки питьевой воды в г. Павлодаре.

Рациональное использование сырья предполагает комплексность его использования, и если рассматривать шунгитовые породы как ценное минеральное сырьё, то его можно широко применять и в других отраслях промышленности: извлекать известь, получать карбид кальция, эффективные реагенты для очистки природных и сточных вод, модифицированные сорбенты для очистки воды и газов, вяжущие, извлекать металлы и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мусина У.Ш., Щербинин В.П., Шпаков А.Ю., Шамбинов Е.К., Сапаков К.К., Макаров В.И. Коксуский шунгит как природный регулятор баланса геотехнических экосистем. / Труды II Экологического форума «Экология урбанизированных территорий» – Усть-Каменогорск.: 2010. – С. 27–31.
2. Сарсембаева Н.Б. Медико-биологические основы применения шунгита в фармакологии, ветеринарии и кормоприготовлении. / Доклады 1-ой научно-практической конференции «Опыт применения казахстанских шунгитов для оздоровления населения РК». – Алматы.: 2005.
3. Отчет РГП НПЦ земледелия и растениеводства, ДГП НИИ защиты растений. Махтааральский район с. Есентаев 2000...2006 гг.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г.Алматы

КОКСУ ШУНГИТИНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛЫ

Техн. ғылымд. канд. Ү.Ш. Мусина

Бұл жұмыста коксу шунгит жынысының экологиялық потенциалы көрсетілген.

УДК 546.212

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
РЕКИ ИЛЕК**

Н.А. Усенова

Изучен микроагрегатный и химический состав донных отложений р. Илек в пределах промышленной зоны и ниже по течению реки. Установлено, что речной осадок в основном на 97...98 % состоит из частичек размером 0,5 и 1,0 мм. Химический состав донных отложений в пределах промышленной зоны характеризуется повышенным содержанием сульфат-иона, общего железа. Обнаружено превышение содержания хрома (2ПДК), концентрации других показателей находятся в пределах ПДК. Исследования донных отложений р. Илек показывают значительное загрязнение хромом.

Интенсивное развитие хромдобывающих и хромперерабатывающих отраслей производства привело к ухудшению экологической обстановки Актюбинской области. Для принятия природоохранных мер крайне важно проведение мониторинга состояния окружающей среды [2].

Одними из наиболее токсичных и мутагенных загрязнителей являются тяжелые металлы. Наибольшие загрязнения различных сред тяжелыми металлами наблюдаются в промышленных центрах. Источники поступления тяжелых металлов в гидросферу очень разнообразны [1]. Основная часть металлов поступает в гидросферу со сточными водами. По данным [6], в среднем сток крупных рек на 10...20 % состоит из сточных вод, больших рек индустриальных районов – на 30...40 %, а иногда и на 90 %.

В настоящей работе представлены результаты оценки содержания тяжелых металлов в донных отложениях р. Илек. За последние 50 лет промышленное производство, а также поселения вокруг г. Актобе способствовали появлению в окружающей среде широкого спектра загрязняющих веществ, в том числе таких токсичных и мутагенных, как тяжелые металлы [5].

Промышленный район вокруг г. Актобе имеет ряд предприятий, которые являются источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. К ним относятся хромперерабатывающие заводы АЗФ, АЗХС, ТЭЦ и др. предприятия города. Сточные воды предприятий попадают в р. Илек, а тяжелые металлы накапливаются в донных отложениях.

При анализе эколого-геохимической обстановки одним из наиболее информативных объектов исследований являются донные отложения. Аккумулируя загрязнители, поступающие с водосборов в течение длительного промежутка времени, донные осадки являются индикатором экологического состояния территории, своеобразным интегральным показателем уровня загрязненности [4].

Экологический мониторинг антропогенных загрязнений может помочь предупредить наступление возможных критических ситуаций. В связи с этим нами были проведены исследования содержания тяжелых металлов в донных отложениях р. Илек.

При оценке долговременных изменений в водоемах, определение содержания загрязняющих веществ в донных отложениях имеет то преимущество, что этот показатель является интегрирующим во времени и, в определенной степени, в пространстве. Донные отложения, накапливая сведения о круговороте веществ в водных экосистемах, являются важным источником информации об условиях, существующих на водосборе и непосредственно в водоеме, и позволяют судить о состоянии водных экосистем в целом. В то же время, необходимо учитывать, что этот показатель является лишь косвенным показателем общей нагрузки на биоту водоема, так как отражает лишь «нерастворимую» фракцию.

Цель данной работы – оценка химического состава и накопления некоторых тяжелых металлов (Cu, Zn, Co, Pb, Ni, Cd, Cr, Fe) в донных отложениях р. Илек.

Исследования проводились в мае, июне 2010 г., на участке реки протяженностью около 70 км, испытательной лабораторией ТОО «НИИ «Батысэкопроект». Пробы отбирались на четырех точках: 1 – Песчаный карьер, участок, который наиболее близко расположен к источнику загрязнения, 2 – п. Курайли, где имеет место вклинивание загрязненных подземных вод в русло реки, 3 – п. Нагорный и 4 – п. Мартук. Ниже данного участка река практически неподвержена техногенному воздействию.

Отбор проб производился по общеизвестной методике [3]. Проба после соответствующей подготовки разлагалась смесью азотной, фтороводородной и хлорной кислот. Определение тяжелых металлов в донных отложениях проводилось на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой.

На протяжении всего участка реки водная вытяжка образцов донных отложений имела слабощелочную реакцию (рис. 1).

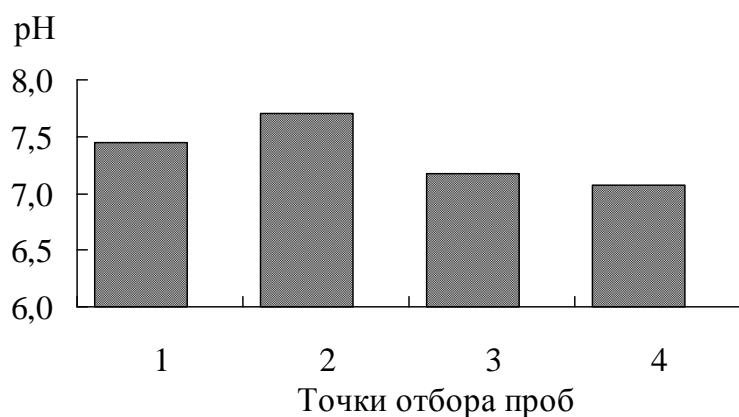


Рис. 1. pH водных вытяжек образцов донных отложений.

Как видно, в зоне техногенного воздействия (точка 2 отбора проб, где имеет место вклинивание загрязненных подземных вод в русло реки) наблюдается повышение водородного показателя воды р. Илек, водная вытяжка имеет pH 7,7. Далее вниз по течению реки pH понижается до 7,1.

Химический состав водной вытяжки донных отложений р. Илек в пределах промышленной зоны характеризуется повышенным содержанием сульфат-иона (до 0,54 г/кг), общего железа (до 14,8 г/кг грунта) (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав донных отложений р. Илек

Место отбора проб	ммоль/100 г			мг/кг				
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ²⁻	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Fe
1	0,54	0,24	0,30	5709,8	1703,8	2760,8	5369,9	7545,4
2	0,20	0,61	0,95	5138,8	3343,2	2456,2	11082,2	14780,5
3	0,10	0,67	0,65	6226,5	3047,6	3181,5	9769,9	9402,7
4	0,10	0,66	0,90	7510,6	2048,1	3074,9	6302,3	7583,6

Вниз по течению реки в результате разбавления, нейтрализации, осаждения, сорбции и других процессов в гидрохимической фации постепенно восстанавливается роль гидрокарбонатного иона при сохранении существенного влияния на его состав сульфат-иона, уменьшается содержание железа, хлорид-иона. Водородный показатель приближается к нейтральной среде.

В нижнем течении реки роль ионов хлора на фоне почти равновесного содержания гидрокарбонат- и сульфат-ионов начинает понижаться. Среди катионов повышается содержание натрия и калия. Концентрации

ионов кальция и магния в донных отложениях после воздействия промышленных источников загрязнения постепенно начинают понижаться.

Микроэлементный состав донных отложений в изученном нами отрезке реки Илек представлен в табл. 2.

Таблица 2

Валовое содержание микроэлементов (мг/кг) в донных отложениях р. Илек

Место отбора пробы	Элемент						
	Cu	Zn	Pb	Ni	Cd	Co	Cr
1	3,47	23,75	4,90	17,25	0,48	4,09	199,68
2	12,85	34,08	11,25	24,78	1,22	8,14	120,83
3	5,92	17,58	6,16	22,14	0,62	5,32	82,19
4	3,48	11,14	6,41	15,52	0,50	3,96	51,86

Следует сказать, что утвержденные экологические нормативы содержания микроэлементов в донных отложениях отсутствуют. При анализе полученных результатов для сравнения были использованы ПДК для почв (валовые формы – ГН 2.1.7.2041-06).

Как показали наши исследования, в донных отложениях, отобранных из р. Илек, изученные микроэлементы присутствуют в различных количествах, причем наибольшее содержание отмечается для хрома, наименьшее – для кадмия. Типичное распределение микроэлементов практически во всех изученных точках отбора проб соответствует рис. 2.

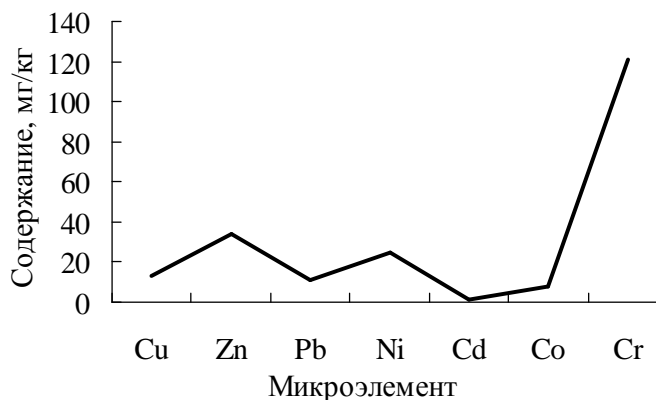


Рис. 2. Распределение микроэлементов в донных отложениях р. Илек.

Нами установлено, что валовые содержания исследуемых металлов (за исключением хрома), в донных отложениях р. Илек не превышают их ПДК в почве. Содержание хрома в начальных точках достигает 2 ПДК, что указывает на значительное антропогенное и техногенное воздействия на

эти зоны. Кроме того, эти зоны являются зонами повышенного содержания и других металлов – медь, кобальт, цинк, свинец, кадмий, никель.

На адсорбционную способность ионов тяжелых металлов в донных отложениях оказывают влияние размеры частиц дисперсной фазы. По ГОСТу 12536-79 был определен гранулометрический состав изученных проб (рис. 3).

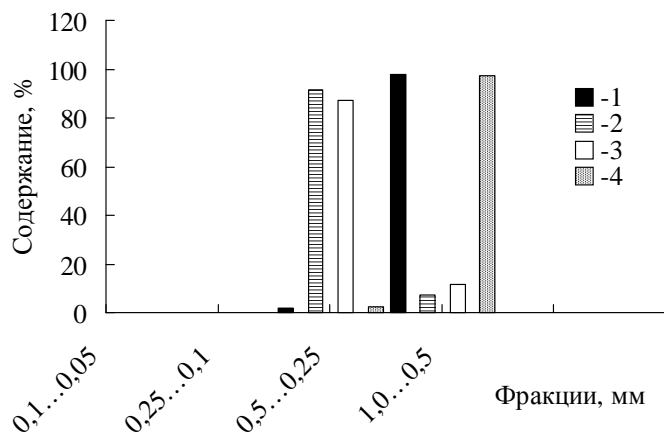


Рис. 3. Гранулометрический состав донных отложений р. Илек. 1 – Песчаный карьер, участок, который наиболее близко расположен к источнику загрязнения, 2 – п. Курайли, где имеет место вклинивание загрязненных подземных вод в русло реки, 3 – п. Нагорный и 4 – п. Мартук.

Наши исследования показали, что речной осадок в начальной и конечной точках отбора проб в основном на 97...98 % состоит из частичек размером 0,5...1,0 мм. В среднем течении изученного нами участка реки (точки 3 и 4) размеры фракций на 87...91 % составляют 0,25...0,50 мм. Удельный вес более мелких и крупных частиц невелик.

В проанализированных нами образцах донных отложений содержание нефтепродуктов составляет от 0,009 (начальный участок изученного отрезка реки) до 0,019...0,024 мг/г. При содержании нефтяных углеводородов от 5,5 до 25,5 мг/кг донные отложения водоемов относятся к категории «слабозагрязненных». Невысокие показатели содержания нефтепродуктов в донных отложениях р. Илек объясняются удаленностью от основных источников загрязнения – участков нефтедобычи. Вместе с тем вниз по течению наблюдается тенденция к увеличению содержания нефтепродуктов в донных отложениях реки.

Таким образом, исследования химического состава донных отложений р. Илек показывают, что в промышленной зоне города Актобе и на

участке выклинивания подземных вод с высоким содержанием шестивалентного хрома и других тяжелых металлов в русле р. Илек продолжается процесс загрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брукс Р.Р. Загрязнение микроэлементами. / В кн. «Химия окружающей среды»: Пер с англ – М.: Химия, 1982. – С. 371-413.
2. Гильденскиольд Р.С., Новиков Ю.В., Хамидулин Р.С., Анискина Р.И., Винокур И.Л. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм. // Гигиена и санитария. – 1992. – №5-6. – С. 6-9.
3. ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность».
4. Денисова А.И., Нахшина Е.П., Новиков Б.И., Рябов А.К. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. – Киев: Наукова думка, 1987. – 164 с.
5. Контрольно-аналитический обзор в области охраны окружающей среды Республики Казахстан за I полугодие 2005 года. Информационно-аналитический обзор. – Астана. – 2005. – 35 с.
6. Покровская С.Ф., Касатикова В.А. Использование осадков городских сточных вод в сельском хозяйстве. – М.: ВНИИГЭИ Агропром, 1987. – 60 с.

ТОО «НИИ «Батысэкопроект»»

ІЛЕК ӨЗЕНІ ШӨГІНДІЛЕРІНІҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Н.А. Усенова

Елек өзенінің түбіне қонған қалдықтарының микроагрегаттық және химиялық құрамдары өндірістік аймақ шегінде және өзен ағысының төменінде тексерілді. Өзен қалдығы негізінен 97...98 % 0,5 және 1,0 мм көлеміндегі бөлшектерден тұратыны анықталды. Түбіне қонған қалдықтардың өндірістік аймақ шегіндегі химиялық құрамы сульфат-ионның, жалпы темірдің жоғарыланған үлесінен тұрады. Хромның ШРК-дан 2 есе көп екені анықталды, ал қалған көрсеткіштердің үлестері ШРК деңгейінде. Елек өзенінің түбіне қонған қалдықтардың зерттеулер көп мөлшерде хроммен ластанғанын көрсетті.

УДК 551.438.5 (470.311)

**МОРФОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ФАКТОР ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ПЛАТФОРМЕННЫХ РАВНИН (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА)**

Р.Т. Бексеитова

Рассматривается морфоклиматический фактор – один из основных факторов формирования и дифференциации эколого-геоморфологических систем платформенно-денудационных равнин на примере территории Центрального Казахстана.

Развитие геоморфологии во второй половине 20 в. и начала 21 в. отличает широта исследуемых задач – от анализа потребностей поставленных задач, через анализ вероятностных путей их решения и последствий изменения среды жизнеобитания, к вероятностным оценкам и прогнозу. Вот почему наблюдается нарастающая потребность в новых знаниях о рельефе как основе экосистемы человека.

Основой среды обитания человека являются территории, геоморфологические условия которых отвечают определенным социально-стратегическим (под «стратегией» понимается система взглядов и поведенческих норм групп людей в случае опасных природных, антропогенных и иных ситуаций – Р. Б.) и социально-экономическим требованиям. К геоморфологическим условиям среды обитания относятся морфология рельефа, характер, интенсивность и направленность экзодинамических процессов, структурно-литологические особенности поверхностных образований. Их спектр и требования к ним изменяются в зависимости от рода хозяйственной деятельности человека. Однако любая хозяйственная деятельность изменяет первоначально выбранные «оптимальные» условия – морфологические характеристики рельефа, характер и ход экзодинамических процессов.

Отличительной особенностью эколого-геоморфологических исследований является прогноз. Прогнозирование же, как правило, соотносится с периодами жизнедеятельности человеческого общества, что гораздо меньше, как верно отметил Д.А. Тимофеев, «времени эволюции геосис-

тем» [1]. Следовательно, эколого-геоморфологические исследования должны быть направлены на изучение, главным образом, характера, темпов и других составляющих функционирования рельефа. Индикатором и одновременно регулятором экзодинамических процессов являются морфология рельефа и литологический субстрат, его состояние. Их определенные взаимные сочетания могут служить основой для суждений о характере, ходе и направленности процессов экоморфолитогенеза. Эти блоки определенного литологического субстрата, морфологии рельефа и рельефообразующих процессов представляют собой саморазвивающиеся эколого-геоморфологические системы. Их границы могут быть структурными, геологическими (различия в составе подстилающих геологических образований), морфоорографическими (различия в положении и строении макро- и мезоформ рельефа, в показателях мезо- и микроклиматических составляющих), гидрогеологическими (тип минерализации и глубина залегания подземных вод).

Рельеф, как развивающаяся система, меняется в зависимости от меняющихся условий внешней (эндогенной и экзогенной) среды. В условиях денудационных платформенных равнин Центрального Казахстана роль эндогенного фактора (сейсмостектоническая активность) низка и его роль при изучении эколого-геоморфологических связей не так очевидна. Следовательно, из двух составляющих внешней среды экоморфолитогенеза главной является экзогенная, содержание которой определяют три фактора – литогенный (состав и особенности поверхностных образований, морфоорография рельефа), климатический (определяющий особенности и разнообразие местных физико-географических условий) и антропогенный. Динамизм литогенного фактора в субаридных и аридных областях Центрального Казахстана (степень дезагрегации и трансформации свойств горных пород, проявления и нарастание систем трещиноватости, пространственно-временные изменения морфографических и морфометрических характеристик рельефа) определяется климатическим (изменения гидрологического режима, водно-теплового баланса, аэродинамики, нарастание мезо- и микроклиматической дифференциации и др. в условиях усиления аридности современного климата) и антропогенным факторами. В свою очередь, пространственная дифференциация метеоклиматических показателей со всеми вытекающими следствиями для экоморфогенеза зависит от морфоорографического рисунка исследуемой территории.

В данной работе рассматривается морфоклиматический фактор (пространственная ориентировка крупных форм рельефа, их морфология, экспозиция склонов, а также связанные с ними различия метеоклиматических показателей) как один из основных экзодинамических факторов формирования и дифференциации эколого-геоморфологических систем территории Центрального Казахстана.

Территория Центрального Казахстана в целом представляет собой пенепленизированный выступ эпипалеозойской платформы с дифференциацией на аккумулятивные впадины, денудационные возвышенности и низкогорно-островные поднятия. Ограниченный с трех сторон морфологически выраженными прогибами (на севере – Западно-Сибирской впадиной и долиной Иртыша, с запада – Тургайским прогибом, и юге – предгорными прогибами) Центральный Казахстан протянулся с запада на восток более чем на 1200 км, а с севера на юг – до 600...700 км. Общая сводовая приподнятость, ярусность, преобладание в рельефе абсолютных высот более 500 м и сопочное расчленение составляют характерную особенность морфоорографии Казахского щита. В гипсометрическом плане Центральный Казахстан отчетливо делится на две части – западную и восточную, возвышающиеся на фоне относительно равнинной поверхности, осложненной отдельными впадинами. Западная часть – корни каледонских структур, вытянутые в меридианальном направлении до 980 км, – характеризуется большей выравненностью рельефа со средними абсолютными высотами от 300 до 600 м [2, 3, 4]. На фоне возвышенных денудационных равнин выделяются горно-сопочные массивы (с абсолютными высотами более 1000 м) – меридианально ориентированный Улытау-Арганатинский на западе и субширотно ориентированный Кокшетауский на севере. Между этими поднятиями располагается равнина Тенизской впадины, имеющей в плане подковообразную форму, вытянутую в широтном направлении и открытую направлениям преобладающих (западных и северо-западных) воздушных потоков. Подобное положение в известной степени определяет физические свойства воздуха и относительно меньшие градиенты и временную изменчивость отдельных метеопоказателей (температуры, давления, влажности), чем более защищенные от влияния основного переноса воздушных масс восточные склоны Улытау-Арганатинского и равнины Жезказган-Сарысу-Тенизской впадины.

К востоку от Улытау-Арганатинского горно-сопочного поднятия протягивается субширотно ориентированный Сарысу-Тенизский водораз-

дел, выраженный возвышенной сопочно-грядовой равниной с абсолютными высотами 600...800 м, переходящий в обширный Центрально-Казахстанский низкогорный пояс. Ядро пояса образует система низких гор на приподнятом фундаменте денудационных равнин и мелкосопочника. Система низкогорий – Кызылтау, Нияз, Каркаралы, Кент, Мужык, Кызылрай, Абралы и др., – с абсолютными высотами в пределах 1000...1560 м отличается различной морфологией и северной, северо-западной (согласно простиранию основных пликативных и дизъюнктивных структур фундамента) ориентированностью сопок и гряд и расчленяющих их долин. Низкогорный пояс субширотного простирания наряду с Сарысу-Тенизским поднятием представляет собой главный водораздел между бассейном Северного Ледовитого океана и Арало-Балхашским внутренним бессточным бассейном. К северу и югу от низкогорного пояса наблюдается ярусное снижение высот от 1000 м до 340 м на юге (денудационно-прибрежные равнины к северу от оз. Балхаш) и до 250 м на севере (денудационные равнины придолинного междуречья р. Иртыш), причем северные склоны низкогорий круче южных, богаче родниками и растительностью. Улытауское горно-сопочное поднятие и Центральный низкогорный пояс играют определенную барьерную роль на пути преобладающих воздушных течений – северо-западных, западных, юго-западных и северо-восточных, – отличающихся тепло- и влагосодержанием. Воздушные массы северных и западных румбов, особенно приземные слои, проходя через этот барьер, трансформируются (становятся суше), усиливаются их бароградиенты. Последнее обстоятельство особенно ярко проявляется в относительном сгущении летних изобар вдоль южных склонов Центрального низкогорного, восточного и юго-восточного склонов Улытауского поднятия, что обусловлено усилением внутримассовых процессов и установлением местного антициклонального режима. В зимнее время над рассматриваемой территорией устанавливается неустойчивый режим повышенного атмосферного давления, нарушаемый частыми прорывами с севера и северо-востока по субмеридианально ориентированным межгорным понижениям – речным долинам холодного воздуха более мощного азиатского антициклона. По данным региональных отчетов Жезказганского и Карагандинского ЦГМ-ов (1996...2001 гг.) средние летние температуры на севере Карагандинской области колеблются в пределах +19,9...+21,4 °С, а на юге (данные М Кайракты, М Балхаш) и в восточной части Жезказганского региона (данные М Жезказган, М Теректы) – в пределах +25,8...+26,7 °С, средние

же зимние температуры на севере менялись в пределах $-16,8...-18,2$ °С, на юге и востоке в пределах $-12,3...-13,1$ °С. В таких же направлениях меняется и годовая величина осадков – от 250...300мм на севере и западе до 120...150 мм на юге. Маломощный снежный покров сдувается сильными зимними ветрами в понижения рельефа. Морфоклиматический барьер, определяя провинциальные различия климата рассматриваемой территории, достаточно четко фиксируется северной границей полупустынной зоны (согласно физико-географическому районированию Казахстана, проведенной Л.К. Веселовой и Г.В. Гельдыевой), внутренние же различия в морфоорографии рассматриваемой территории – дифференциацией зональных (сухостепных и полупустынных) типов ландшафтов [5].

Интенсивность и морфологическая дробность проявления экзодинамических процессов в условиях субаридного и аридного климата Центрального Казахстана в значительной степени обусловлена и ориентировкой склонов (от макро- до микросклонов) относительно солнечных лучей. Склоны северных экспозиций, в отличие от южных, отличаются большей задернованностью и более мягкими очертаниями. Экспозиция склонов определяет время полного стаивания снега. Снежные «лепешки» на затененных склонах северной экспозиции наблюдаются местами до конца мая, в то время как на склонах южной экспозиции они полностью исчезают в конце марта – начале апреля. Сравнительно быстрое стаивание снега в виде сплошного потока или мелких струй по слабо задернованной поверхности приподнятых склонов южной экспозиции (в течение 10...20 дней) приводит к формированию мелкой ложковой сети (глубина мелких борозд и лотков стока составляет от нескольких см до первых десятков см) и формированию у подошвы склонов делювиальных шлейфов мощностью 1...1,5 м. Углубление мелкой эрозионной сети (борозд, промоин, рытвин, лотков) усиливается интенсивными ливневыми осадками. На склонах южной экспозиции и внутренних крутых (35° и более) склонах, защищенных от влагонесущих воздушных масс, активны процессы физического выветривания и, как следствие, обвально-осыпные процессы. У подножий этих склонов скапливаются щебнистые осыпи (осыпи-конусы, осыпи-шлейфы) с нагромождением крупных глыб мощностью 1...5 м и более. Уклоны их поверхностей варьируют от 15° до 30° . Вместе с тем, надо отметить, что обвально-осыпные склоны зачастую связаны с зонами омоложенных и новейших разломов и систем трещиноватости, контролирующих эрозионную сеть низкогорно-сопочных массивов Центрального Казахстана.

Нарастание аридности климата и соответственно дефицита влажности в пределах относительно выравненных внутренних частей рассматриваемой территории, обусловленные Улытауским и Центрально-Казахстанским низкогорно-сопочными поднятиями (именно эти поднятия и определяют положение в пределах рассматриваемой территории «оси континентальности» Казахстана, выделенной Е.Н. Вилесовым, В.Н. Уваровым и др.) способствуют развитию ветровых процессов, формированию суффозионных, сорово-дефляционных и такыровидных западин, развитию эоловых образований (в пределах низовья р. Сарысу).

Морфоклиматическим фактором определяется и густота гидрографической сети территории. Она уменьшается в целом с севера на юг и сильно варьирует в зависимости от гипсометрического уровня территории. Благоприятные условия для формирования сравнительно густой гидрографической сети созданы на склонах Центрально-Казахстанского низкогорного пояса и Улытауского поднятия. Низкогорно-сопочный рельеф и разгрузка трещинных подземных вод у подножья этих массивов способствуют возникновению мелких речных водотоков и озер в понижениях земной поверхности.

Таким образом, морфооклиматический фактор, контролируя природно-климатические условия территории Центрального Казахстана, обуславливает и комплекс экзодинамических процессов – температурного и солевого выветривания, плоскостного смыва, дефляции, эрозии, сорообразования, карста и др., – характер и интенсивность их проявления. Усилению влияния морфоклиматического фактора, особенно во внутренних частях рассматриваемой территории, способствует и техногенный фактор. Естественная задернованность поверхности ограничивает дефлирование, однако повышение техногенной нагрузки на единицу площади приводит к резкой активизации водно-ветровой эрозии и расширению земель, подверженных плоскостному смыву, такыро- и сорообразованию, дефляции и других процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеев Д.А., Трофимов А.М. О сущности и месте системного подхода в геоморфологии. // Геоморфология. – 1982. – №1. – С. 37-40.
2. Воскресенский С.С. Геоморфология СССР. – М.: МГУ, 1972. – 147 с.
3. Герасимов И.П. Равнины и горы Средней Азии и Казахстана. – М.: Наука, 1975. 262 с.

4. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. – Л.: ЛГУ, 1965. – 295 с.
5. Гельдыева Г.В. Ландшафтная карта, Карта физико-географического районирования. – Атлас Казахской ССР. Т.1. Природные условия и ресурсы. – М.: ГУГК, 1982.

КазНУ им. аль Фараби, г. Алматы

**ПЛАТФОРМАЛЫҚ ЖАЗЫҚТАРДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-
ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ФУНКЦИЯЛАУЫНДАҒЫ
МОРФОКЛИМАТТЫҚ ФАКТОРЫ (ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН
ТЕРРИТОРИЯСЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА)**

Р.Т. Бексеитова

Мақалада Орталық Қазақстан территориясының платформалық – денудациялық жазықтарындағы экологиялық-геоморфологиялық жүйелерінің қалыптасуындағы және бөлінудегі негізгі факторлардың бірі – морфоклиматтық фактор қарастырылып отыр.

УДК 633.18

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ В
РЕГИОНЕ ПРИАРАЛЬЯ**Доктор с.-хоз. наук
Канд. экон. наукА.А. Шомантаев
Ж.А. Абзалиева
Р.К. Бейсетаева

В статье рассмотрено использование коллекторно-дренажных вод для орошения. Это позволяет рационально их утилизировать и способствует повышению плодородия почвы, урожайности кормовых культур. Дана схема подготовки и использования для орошения коллекторно-дренажных вод в низовьях р. Сырдарьи.

Социально-экономическое благополучие населения Кызылординской области определяется максимально эффективным использованием поливной воды, уменьшением расхода воды на производство единицы сельскохозяйственной продукции. Особенно актуальной для Кызылординской области является проблема повышения урожайности сельскохозяйственных культур через внедрение ресурсо- и водосберегающих технологий производства.

В бассейне Аральского моря отсутствие дефицита воды можно достигнуть только за счет строжайшей экономии воды в орошаемом земледелии и полного прекращения роста орошаемых площадей.

Одним из важных и основных резервов повышения водообеспеченности оросительных систем, является повторное использование коллекторно-дренажных вод (КДВ) для орошения сельскохозяйственных культур, что дополнительно способствует снижению общего количества гербицидов в водных объектах.

Использование КДВ для орошения сельскохозяйственных культур требует научно-обоснованного подхода к химическому составу используемой воды, технологии подготовки их для полива, правильному подбору сельхоз культур, технологии полива в системе севооборота, предотвращающего засоление и осолонцевание почвы.

В низовьях р. Сырдарьи с увеличением поступления с массива орошения КДВ, происходит преобразование самой природы речного стока. В настоящее время в нижнем течении р. Сырдарьи сток составляет

5...70 % возвратных вод (сточные и КДВ) с повышенной минерализацией. Ирригационные качества оросительных вод изменились настолько, что возникла необходимость принимать меры по предотвращению засоления и осолонцевания почв.

В регионе Приаралья реальна угроза не только количественного, но и качественного истощения природных вод. С увеличением объема возвратных вод увеличилась минерализация р. Сырдарьи. Ухудшение качества воды может оказать отрицательное влияние на социальные, экологические, экономические и сельскохозяйственные аспекты бассейна р. Сырдарьи.

На всем протяжении р. Сырдарьи в нее впадают 146 дренажных коллекторов и 15 сбросных каналов, а в южном регионе 20 коллекторов возвращают в реку от 1180 до 178 млн. м³ воды в год. Возвратные водопотребление, достигающее 82...88 %, ярко свидетельствует о расточительном природопользовании в регионе Приаралья.

Минерализация КДВ колеблется от 3,0 до 5,7 г/дм³ и наибольшую опасность представляет содержание в них пестицидов и токсичных солей. Все это вызывает катастрофическое ухудшение качества воды, непригодной ни для питья, ни для орошения. Кроме того, содержание гидрохимических элементов в КДВ отрицательно влияет на организм человека, вызывая различного рода заболевания.

Одним из важных и основных резервов повышения водообеспеченности оросительных систем, предотвращения загрязнения поверхностных вод и пополнения Аральского моря является повторное использование возвратных вод для орошения сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

Ирригационная оценка коллекторно-дренажных вод региона

Показатель	Единица измерения	Оросительная вода			Автор критерия	
		КДВ	КДВ + речная, 1:2	КДВ + речная, 1:4		КДВ + речная, 1:6
Средние почвы-2,0	г/дм ³	3,02	2,56	1,62	1,32	СЭВ и ВНИИСС
Тяжелые почвы-1,5						
Na/∑катионов · 100 ≤ 65		51,0	46,2	37,8	27,6	А.М. Можейка
Na/∑катионов · 100 ≤ 50		51,0	46,2	37,8	27,6	Т.К. Воротник
Na/Ca+Mg ≤ 0,7		1,03	1,02	0,68	0,58	Л.Н. Василенко
Na/Ca ≤ 10		1,64	1,25	1,04	0,56	М.Ф. Буданов

Показатель	Единица измерения	Оросительная вода				Автор критерия
		КДВ	КДВ + речная, 1:2	КДВ + речная, 1:4	КДВ + речная, 1:6	
$\sum_{\text{катионов}}/\text{Ca}+\text{Mg} \leq 4,0$		4,1	3,85	3,66	3,60	-
$1,41 \cdot \text{Na} / \text{Ca}+\text{Mg} \leq 8,0$		6,8	6,4	5,8	5,2	-
$\text{Ka} = 288/r\text{Na}+r\text{Cl} = 6,0 \dots 18,0$		7,6	8,4	9,6	9,6	Ричарде США
$(\text{Na}+\text{K})/(\text{Ca}+\text{Mg}) = 3,0$		1,03	1,02	0,68	0,58	И. Соболева Стеблер
При $\text{C} = 1,0 \dots 1,5$ $(\text{Na}+\text{K})/(\text{Ca}+\text{Mg}) = 2,0$		1,03	1,02	0,68	0,58	Л.И. Кутепов Л.И. Сергиенко
При $\text{C} \leq 2,0$ $\text{PH} = 6,0 \dots 8,4$		8,2	8,0	7,6	7,4	С.Я Сойфер
$\text{Cl} \leq 100$	Мг/дм ³	520,0	386,0	270,0	165,0	Л.Н. Василенко
$\text{Cl} \leq 150$		520,0	386,0	270,0	165,0	М.Ф. Буданов
$\text{Cl} \leq 300$		520,0	386,0	270,0	165,0	А.М. Можейка
$\text{SO}_4^+ \leq 500$		1200,0	960,0	517,0	502,0	-
$\text{HCO}_3 \leq 500$		400,0	360,0	307,0	218,0	СЭВ и ВНИИСС
$\text{Ca} \geq 20$		280,0	240,0	186,0	122,0	С.Я Сойфер
$\text{Mg} \leq 300$		100,0	62,0	55,0	42,0	Л.Н. Василенко
$\text{Mg} \leq \text{Ca}$		100<2 80	62<240	55<186	42<122	-
$\text{Na}_{\text{общий}} \leq 100$		24,6	23,2	22,6	20,8	СЭВ и ВНИИСС
$\text{Na} \leq 70$		530,0	480,0	320,0	205,0	Л.И. Сергиенко Л.Н. Василенко

Использование возвратных вод для орошения требует научно-обоснованного подхода к химическому составу используемой воды, технологии подготовки возвратных вод для орошения, требует инженерного подхода к проектированию, строительству и эксплуатации полей орошения возвратными водами.

Коллекторно-дренажные воды региона характеризуются как воды средней или повышенной минерализации. В составе водорастворимых солей преобладают серно-кислый и хлористый натрий. Они характеризуется бикарбонатно, сульфатно-хлоридным составом [1].

По данным С.Я Сойфер КДВ региона относятся ко II классу и пригодны для орошения сельскохозяйственных культур на легких грунтах при хорошем дренировании.

Опираясь на многочисленные материалы научных исследований, при условии аридности климата региона, где имеются почвы различной степени осолонцеватости предупреждение засоления почвы при орошении КДВ на тяжелых грунтах, минерализацию КДВ можно ограничить показателем 2,0 г/дм³. Чтобы добиться такого уровня минерализации, необходимо разбавление их речными водами. Степень разбавления КВД речными водами можно определить ориентировочно по формуле В.В. Ковды

$$K = C_m + C_m \cdot C_{pb}, \quad (1)$$

где K – кратность разбавления до концентрации 2,0 г/дм³. На коэффициент K необходимо умножить расчетную оросительную норму после разбавления; C_m – концентрация солей коллекторно-дренажных вод, г/дм³; C_{pb} – концентрация солей в речной воде, используемой для разбавления, г/дм³.

Для нашего случая степень разбавления составит:

$$K = 3,02 + 3,02 \cdot 0,9 = 5,712 \approx 6 \text{ раз.}$$

Очень важно контролировать предельное содержание натрия и кальция, в целях предупреждения осолонцевания почвы. Особенно соотношение катионов. Для тяжелых почв региона соотношения Na /Ca+Mg не должно превышать 2,0 при минерализации воды 2,0 г/дм³.

Наличие в почве хлора в количестве 0,01 % уже вызывает угнетение всходов растений и подавляет дальнейшее развитие. Поэтому минимальное содержание хлоридов в коллекторно-дренажных водах, используемых для орошения тяжелых лугово-болотных почв, не должно превышать 300 мг/дм³.

Кроме натриевого осолонцевания почв при орошении минерализованными коллекторно-дренажными водами, существует опасность магниевое осолонцевания почвы. В связи с этим необходимо контролировать содержание в коллекторно-дренажных водах кальция и магния: в поливной воде должно быть Ca/Mg > 1,0, в этом случае не будет магниевое осолонцевания почвы. Содержания кальция в поливной воде должно быть более 20,0 мг/дм³ (Л.Н. Василенко, С.Я Сойфер).

Сопоставляя указанные требования к КДВ с фактическими данными (табл. 1), можно заметить, что содержание сульфатов в КДВ превышает предел допустимого более, чем в 2,0 раза (1200 против 5000), хлоридов также в 2 раза, содержание солей по сухому остатку в 1,5 раза (3,02 г/дм³ против 2,0 г/дм³), содержание натрия в 7 раз (530 против 70,0 мг/дм³). По-

этому КДВ региона следует смешивать с речными водами в соотношении 1:6, так как минерализация речной воды так же повышенная – 0,9 г/дм³.

Следует отметить, что КДВ региона после разбавления речной водой в различных соотношениях удовлетворяют основным требованиям оценочных формул многих авторов (табл. 1).

Преобладание в разбавленных водах двухвалентных катионов кальция, магния над одновалентными щелочными металлами является существенным положительным моментом. КДВ свойственно содержание микроэлементов для питания растений, вымытых из дренированной толщи почв, что придает им удобрительную ценность. В целом содержание микроэлементов соответствует нормам допустимой концентрации (табл. 2).

Таблица 2

Содержание микроэлементов питания растений в речных, сточных и коллекторно-дренажных водах региона, мг/дм³

Вещество	Речные воды	КДВ	Сточные воды	Открытые водоемы	ПДК оросительных вод
Кобальт	0,004	0,027	0,42	1,0	1,0
Марганец	0,008	0,061	0,61	1,0	1,0
Цинк	0,005	0,015	0,082	1,0	1,0
Молибден	0,0001	0,0002	0,08	0,5	1,5

Таким образом, в сточной и коллекторно-дренажной воде региона содержится определенное количество элементов минерального питания – азот, фосфор, калий, которые находятся в растворенной легкодоступной форме и множество других микроэлементов, которые попадая в почву, могут служить пищей для растений, что очень важно в условиях рыночной экономики для сельского хозяйства.

Следует отметить, что разные методы оценки пригодности КДВ для полива сельскохозяйственных культур, обладают разной надежностью и точностью. Поэтому окончательную пригодность того или иного вида поливной воды покажет само растение, следовательно, необходимы полевые опыты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шомантаев А.А. Гидрохимический режим водотоков и сельскохозяйственное использование сточных и коллекторно-дренажных вод в низовьях реки Сырдарья. – Кызылорда, С. 100-104.

КАЗ НИИ риса, г. Кызылорда

АРАЛ ӨҢІРІНДЕ КОЛЛЕКТОРЛЫ-КӘРІЗ СУЛАРДЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ПАЙДАЛАНУ

Ауыл-шар. ғылымд. докторы А.А. Шомантаев
Экон. ғылымд. канд. Ж.А. Абзалиева
 Р.К. Бейсетаева

Арал теңізі бассейнінде судың тапшылығын ескере отырып, мақалада суармалы егіншілік үшін коллекторлы-дренажды сулардың химиялық құрамын зерттей отыра пайдалану жолдары мен коллекторлы-кәріз суларды өзен суымен араластыра отырып, құрамындағы микроэлементтердің мөлшерден асып кетпеуін қадағалап, ауыл шаруашылығында пайдалану жолдары қарастырылады.

УДК 911.52

**ТЕНДЕНЦИИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ**

Э.Д. Керимова

В статье впервые приводятся результаты исследования изменений, имеющих место в ландшафтных комплексах грязевых вулканов Азербайджана, основанных на анализе ландшафтной структуры некоторых грязевых вулканов за определенный отрезок времени.

Азербайджан является уникальным на Земле регионом по количеству расположенных здесь грязевых вулканов, разнообразию их морфогенетических типов и проявлениям грязевулканической деятельности.

Наибольшее распространение в республике грязевой вулканизм получил на территории Абшеронского полуострова и Гобустана в силу присутствия здесь совокупности всех необходимых условий для своего образования и развития.

Активная грязевулканическая деятельность в данном регионе оказывает значительное влияние на ландшафтную структуру фоновых геоккомплексов, заметно ее осложняя. Вулканы, образуя в рельефе более или менее крупные возвышенности, способствуют дифференциации и трансформации ландшафтных комплексов с высотой. А высокая концентрация и нетипичные для фоновых ландшафтов соотношения некоторых химических микроэлементов и токсичных солей, поступающих на поверхность в процессе активной грязевулканической деятельности, оказывают свое влияние на геохимическую характеристику окружающих ландшафтов, создавая особый грязевулканический тип, характерной особенностью которого является специфическое засоление литогенной основы ландшафта. Это является основной причиной более плотного распространения на поверхности грязевых вулканов, по сравнению с окружающей территорией, галофитной растительности – карагана, жирной солянки, кенгиза.

Проблемы динамики и развития, природных геосистем в целом вызывают особый интерес в современных условиях дестабилизированной антропогенными воздействиями ландшафтной сферы и ухудшающегося экологического положения. С этой точки зрения исследование закономерностей трансформации геосистем грязевых вулканов за определенный пе-

риод времени представляет особый интерес, так как данные комплексы отличаются весьма ограниченным ареалом распространения и слабой устойчивостью перед внешними воздействиями. Результаты длительных наблюдений за трансформацией ландшафтных комплексов грязевых вулканов Абшерон-Гобустанского района во временном аспекте (с 1972 г. по 2008...2009 гг.) позволят более уверенно прогнозировать тенденции развития данных ландшафтов на ближайшую и относительно отдаленную перспективу. Что, в свою очередь, может быть полезно для прогнозирования изменения эколого-ландшафтной ситуации района развития грязевого вулканизма в целом, а также оптимизации их хозяйственного использования. Также полученные результаты могут быть использованы при разработке мер по охране и восстановлению фоновых и грязевулканических ландшафтных комплексов региона.

Изменения в ландшафтной структуре грязевых вулканов в отличие от фоновых ландшафтов происходят с некоторой устойчивой повторяемостью и цикличностью. Главным фактором, обуславливающим их, является грязевулканическая деятельность, которая обеспечивает периодическое поступление свежей брекчии и других продуктов грязевулканических извержений на поверхность. Новый слой свежего брекчиевого материала уничтожает ранее сформированную почвенно-растительную составляющую ландшафта и на свежей литогенной основе процесс ландшафтообразования начинается заново. Химический состав изверженных пород также играет значительную роль при формировании ландшафтов. Наличие двух данных факторов приводит к существенному отличию ландшафтов грязевых вулканов от фоновых полупустынных и сухостепных ландшафтных комплексов территории, формирование которых происходит исходя только из общегеографических закономерностей формирования естественных ПТК (соотношение поступления тепла и влаги, экспозиции склонов, высотной поясности и т.д.).

Основным дифференцирующим показателем для грязевулканических ландшафтов является возраст брекчий, с которым связано появление и изменение характера и состава растительности. Ландшафты грязевых вулканов Абшерон-Гобустанского района по возрасту брекчий можно разделить на ландшафты свежих, молодых и древних брекчий [5].

В результате анализа произошедших изменений в ландшафтных комплексах некоторых грязевых вулканов (Кейреки, Айрантекен, Боздаг-Гюздек и др.) основанного на исследованиях, проводимых в разные пе-

риоды [1, 2, 3, 6, 8, 9, 10], собственных материалов наблюдений автора, а также интерпретации дешифрирования космоснимков были прослежены определенные тренды развития ландшафтных комплексов грязевых вулканов на протяжении длительного (порядка 36 лет) временного интервала.

Сравнительный анализ грязевулканических ландшафтных комплексов позволяет сделать следующие выводы:

1. Наиболее динамичными ландшафтами подверженными наиболее частой и глубокой трансформации, являются ландшафты молодой брекчии. Они, как правило, покрывают верхние прикратерные и средние участки склонов грязевых вулканов. Как показали исследования, они относительно слабо расчленены. На их поверхности происходит только поверхностный смыв, а линейный смыв находится в первоначальной стадии [5]. Благодаря этому они характеризуются большим расселением брекчий, что приводит к активному заселению ее галофитной растительностью – помимо жирной солянки и шведки, появляются караган и кенгиз. Если данные участки не будут погребены очередным извержением, они по своим характеристикам перейдут в разряд древних брекчий. Совсем иначе будет протекать их развитие в случае очень мощного извержения, когда происходит большой выброс брекчиевой массы. Свежие брекчиевые материалы, доходя до ландшафтных комплексов молодых брекчий, полностью их уничтожают, и на этих участках начинает формироваться новый ландшафт уже свежих брекчий. Но, как правило, новый материал не покрывает всей площади молодых брекчий. Таким образом, для ландшафтов молодых брекчий характерны два разнонаправленных тренда их развития – в привершинных участках, чаще всего, данные ландшафты недолговечны, частично они могут быть уничтожены мощным потоком свежей брекчии, в нижних и средних своих участках, в местах их соприкосновения с древними брекчиями (где риск уничтожения новым потоком низок), они занимают большие площади со стабильно прогрессивно развивающимся почвенным покровом и растительностью. Ареалы развития данных ландшафтов на таких участках обладают большей вероятностью перейти в разряд древних брекчий.

2. На поверхности свежей брекчии процессы ландшафтообразования и заселения ее растительностью после очередного извержения вулкана каждый раз начинаются заново. При активной вулканической деятельности они никогда не будут окончательно завершены, а ландшафт сформирован. Исключения составляют потухшие вулканы, где ландшафты, развитые в кратерном поле, по характеру и видовому составу почвенно-растительного покрова в целом будут соответствовать общим высотно-пространственным особенностям расположения вулкана. Их брекчиевый покров уже сложно подразделить на возрастные категории. Таким образом, сравнение ланд-

шафтных особенностей свежей брекчии между 1972 г. и 2008...2009 гг. показало, что они одинаковы, не зависимо от момента их исследования. Есть определенная разница в скорости начала заселения их растительностью при отсутствии извержения в течение нескольких лет. Главным фактором, оказывающим первостепенное влияние на нее, являются местные микроклиматические особенности, в пределах которого расположен конкретный вулкан. На вулканах, расположенных в пределах сухих степей, характеризующихся относительно большим коэффициентом увлажненности, ландшафтообразующие процессы запускаются раньше и быстрее, чем на вулканах, расположенных в более аридных условиях. При отсутствии извержения до 10...15 лет (возрастная категория ландшафтов свежих брекчий) поверхность свежей брекчии быстрее заселяется растительностью.

3. Относительно стабильными ландшафтами вулкана можно считать ландшафтные комплексы древней брекчии, распространенные на более-менее ровных, слаборасчлененных участках. Ландшафты древней брекчии, которые, как правило, покрывают нижние участки склонов, очень близки к фоновым ландшафтам окружающих территорий. Они могут незначительно отличаться по степени заселения растительностью (более редко) в силу еще сохраняющегося отличия почв, сформированных на брекчиевом материале от фоновых почв области по степени засоленности и другим геохимическим показателям, присущим исключительно брекчии. Но, как правило, нижние границы древних брекчий практически не проявляются в рельефе. Также, в пределах развития их ландшафтов процент солянковой растительности в общем составе видов незначителен.

4. С течением времени под воздействием аридно-денудационных, эрозионно-денудационных процессов изменяется степень расчлененности конусов вулканов. Она, в свою очередь, зависит как от общих климатических условий, в которых он находится, так и от экспозиции склонов.

Таким образом, по результатам сравнительного анализа изменений, произошедших в ландшафтных комплексах грязевых вулканов во времени, можно сделать вывод, что они представляют собой динамичные геосистемы, находящиеся в постоянном развитии. В целом их формирование и дифференциация подчиняются общим законам ландшафтообразования и происходят по тем же принципам, что и в окружающих их фоновых ландшафтах региона, так как они формируются в единых ороклиматических условиях. Но от окружающих их естественных ПТК они отличаются частотой, глубиной и вариабельностью изменений под влиянием факторов, присущих исключительно грязевулканическим ландшафтам и отсутствующим в окружающих их комплексах, главными из которых является сама грязевулканическая деятельность.

Грязевые вулканы распространены в малоустойчивых экосистемах полупустынь и сухих степей и отличаются неустойчивостью своих комплексов. Ведь устойчивость – это способность системы сохранять свои параметры при воздействии или возвращаться в прежнее состояние после нарушения структуры. При активной деятельности вулкана эти требования не могут быть соблюдены. Поэтому, характеризуя ландшафты грязевых вулканов, можно говорить о так называемой «революционной ландшафтной динамике или динамике катастроф» [8]. Она проявляется в форме резких скачкообразных изменений структуры, а, следовательно, и изменения состояний геосистем. Она обычно бывает обусловлена относительно случайными, быстрыми, порой катастрофическими процессами внешней среды, ведущими к сильным разрушениям ландшафтных структур. В отличие от медленно и длительно проявляющейся эволюционной динамики, характерной для окружающих ПТК, динамика природных катастроф происходит в сравнительно сжатые отрезки времени и влечет за собой разрушение или полное уничтожение биоты и почвенного покрова, а порой и изменения литогенной основы. Ландшафту после таких катастроф требуется длительный период времени на восстановление вертикальной и горизонтальной структуры, либо на становление обновленных геоккомплексов на новой литогенной основе [8].

Значительная часть расположения грязевых вулканов, особенно в Гобустане, мало населена и хозяйственно слабо освоена, поэтому ландшафтная трансформация там происходит исключительно за счет естественных факторов. На вулканах и окружающих их ландшафтах, расположенных в экономически более развитом Абшеронском регионе, в естественный ход вмешивается антропогенный фактор, который обусловлен хозяйственными воздействиями на природную среду. Он заключается, прежде всего, в ускоренной эрозии и дефляции почв, связанных с механическими повреждениями растительного и почвенного покровов, дигрессии пастбищ, опустыниванию, изменении рельефа и ландшафтных геосистем в целом карьерно-отвальными комплексами, засолением почв на орошаемых землях, загрязнением природной среды. За прошедшие 35 лет с момента изучения геоккомплексов вулканов ареал антропогенного вмешательства, его интенсивность многократно увеличились.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов А.Г. Грязевые вулканы и окружающая среда. – Баку: общ-во «Знание» Аз. ССР, 1985. – 50 с.

2. Будагов Б.А. Ландшафты районов развития грязевых вулканов в Азербайджане: Тез. докл. / 10-я научная сессия, посвященной итогам научно-исследовательских работ республики по координируемым АН Аз. ССР проблемам естественных и общественных наук за 1972 г. –Баку: 1973. – С. 61-62.
3. Будагов Б.А. Современные естественные ландшафты Азербайджанской ССР. – Баку: Элм, 1988. – 136 с.
4. Будагов Б.А., Микаилов А.А. Динамика ландшафтов грязевых вулканов Азербайджанской ССР. / Материалы V Съезда Географического Общества Аз. ССР. Баку: Элм, 1985. С. 28-29.
5. Будагов Б.А., Микаилов А.А., Омарова Х.И. Ландшафты районов развития грязевых вулканов в Азербайджане. – Баку: Фонд Ин-та географии НАНА, 1972. – 258 с.
6. Будагов Б.А., Микаилов А.А. 1978. Ландшафтное районирование территорий широкого развития грязевых вулканов в Азербайджане. // Известия НАН Азербайджана, Серия науки о Земле, № 3. С. 8-14
7. Зейналова С.М. Индикационное дешифрирование аридных ландшафтов южного склона Юго-Восточного Кавказа: Дис. ... канд. геогр. наук. Баку, 1998. 185 с.
8. Казаков Л.К. Ландшафтоведение (природные и природно-антропогенные ландшафты). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2004. – 264 с.
9. Микаилов А.А. Современные ландшафты района широкого развития грязевого вулканизма в Азербайджане. Вопросы истории развития рельефа и ландшафты Аз. ССР. // Труды Института Географии АН Азерб.ССР, т. XVI. 1976. С. 111-132.
10. Микаилов А.А., Ахмедов А.Г. 1976. Современные ландшафты грязевого вулкана Кейреки. Материалы XI конференции молодых ученых Ин-та географии НАН Аз. ССР. – С. 23-26.

Институт географии им. акад. Г.А. Алиева, Азербайджан, г. Баку

ЛАЙ ШЫҒАРАТЫН ЖАНАРТАУЛАРДЫҢ ЛАНДШАФТТЫҚ КЕШЕНДЕРІНІҢ ӨЗГЕРУ ҮРДІСТЕРІ

Э.Д. Керимова

Мақалада алғашқы болып Әзірбайжандағы лай шығаратын жанартаулардың ландшафттық кешендерінің өзгеруі туралы зерттеулерінің нәтижелері келтірілген. Ғылыми зерттеулер кейбір лай шығаратын жанартаулардың ландшафттық құрылымын белгілі бір уақыт аралығы ішінде талдау әдісіне негізделген.

УДК 551.324

ОПЫТ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ОТДЕЛА СНЕГОЛАВИННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ПРОГНОЗОВ

Канд. техн. наук В.В. Жданов

Представлен опыт работы отдела за последние годы. Краткие сведения о проведенной оперативно-прогностической и научно-методической работе. Проведен анализ ошибок для улучшения производственной деятельности. Данный опыт может быть полезен различным организациям, проводящим изыскательские и научно-исследовательские работы в горах.

За последние несколько лет отдел снеголавинных наблюдений и прогнозов ЦГМ г. Алматы выполнял различные функции и обязанности. Одной из основных сфер деятельности отдела является прогноз лавинной опасности в горных районах Казахстана и методическое руководство снегомерно-лавинной сетью. Также проведена огромная работа по открытию новых пунктов наблюдений, согласно бюджетной программе 006. Научно-методическая работа включает:

1. Выпуск руководства по снегомерным и снеголавинным работам.
2. Создание электронной базы данных «Снежный покров» для определения его статистических характеристик.
3. Обновление технических дел снегомерных маршрутов и определение координат пунктов наблюдений с помощью прибора спутниковой навигации.
4. Создание электронных карт снегомерных маршрутов и лавиносборов в зоне ответственности снеголавинных станций.

Научно-исследовательская и издательская деятельность проводилась с целью улучшения прогностической работы отдела [1].

В настоящее время ГИС технологии прочно вошли в нашу жизнь. Географические карты в векторном формате крайне необходимы в производственной деятельности. В отличие от растровых изображений, эти карты легко редактируются. Слои с изображением необходимой информации (лавиносборы, снегопункты, суммарные осадкомеры) наносятся на топографическую основу. На рис. 1 приведен пример карты-схемы лавиносборов.

За основу брались топографические карты масштаба от 50 000 до 200 000. Карты оцифровывались в программе векторной графики

«Corel Xara». За последние несколько лет созданы электронные карты снегомерных и осадкомерных маршрутов, а также карты-схемы лавиноборов в зонах ответственности снеголавинных станций. Для существующих снеголавинных станций «Шымбулак» и «Большое Алматинское озеро» за основу взяты существующие карты. Для вновь открытого снеголавинного поста «Турбаза Алма-Тау» карты создавались с нуля. Созданные карты вошли в технические дела маршрутов и отчеты снеголавинных станций. Однако в подобной работе возникают трудности – требуется современная компьютерная техника. Системные требования ЭВМ должны поддерживать графические редакторы.

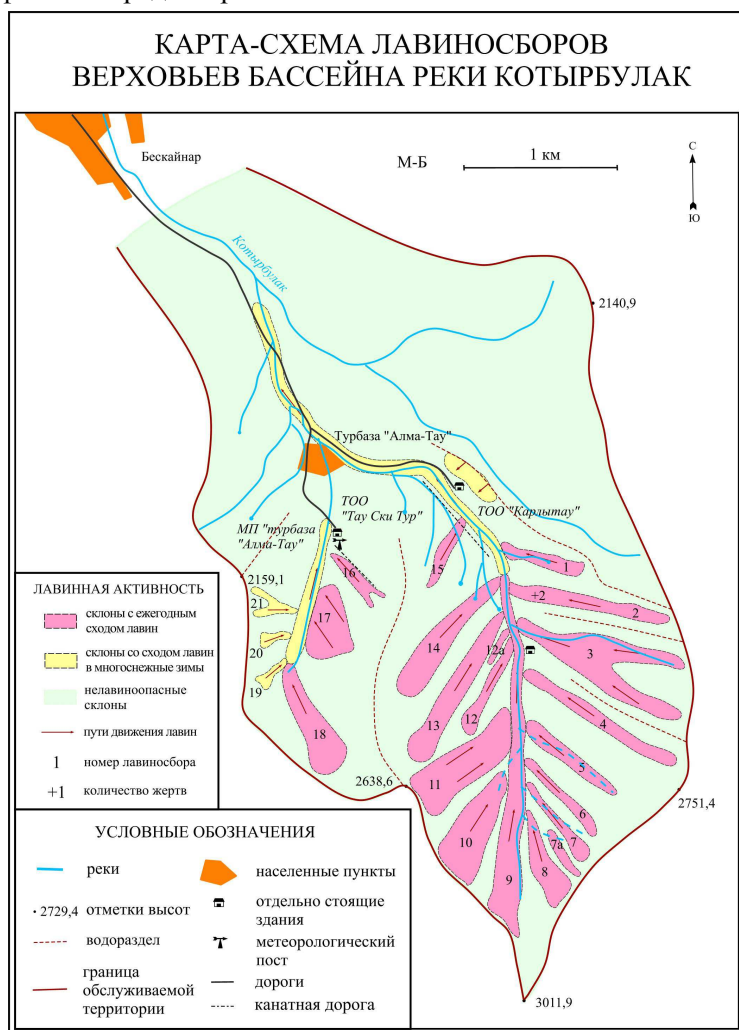


Рис. 1. Карта-схема, применяемая в работе нового снеголавинного поста «Турбаза Алма-Тау».

После распада СССР недостатком в работе являлось использование устаревших нормативных документов, которые не отвечают требованиям современной жизни. В 2005 г. было издано и утверждено «Практическое пособие по прогнозированию лавинной опасности», а в 2006 г. «Руководство по снеголавинным работам». Эти документы были подготовлены снеголавинной группой. В настоящее время ведется работа по созданию «Руководства по снегомерным работам в горах».

Техническое дело снегомерного маршрута и снеголавинной станции является одним из важнейших документов. Оно создается во время открытия пункта наблюдений. В нем записываются краткие сведения о маршруте или станции (географические координаты, высота места, физико-географическое описание, отметка о переносе или закрытии). Это очень важно для сохранения репрезентативности рядов наблюдений.

В последние годы сотрудниками отдела проведена работа по обновлению и усовершенствованию технических дел. Во время инспекций снегомерных и осадкомерных маршрутов определялись координаты снегопунктов и суммарных осадкомеров. Определение координат проводилось с помощью прибора спутниковой навигации – GPS. Точность определения координат составила 5...10 м. Точность, которую дает GPS, достаточна для прогнозов. Для сравнения, определение координат по топографической карте, как это было раньше, дает погрешности до 100 м. Так же были сфотографированы пункты наблюдений. Все сведения внесены в новые паспорта пунктов наблюдений.

Создание электронной базы данных имеет огромное научно-прикладное значение. Данные с 20 снегомерных маршрутов с бумажных носителей переносятся в электронный вариант. Применение ЭВМ помогает быстро и качественно рассчитывать статистические характеристики и выводить результат в удобной форме (таблицы, графики, нанесение на карту). Применяются программы «Microsoft Excel» и «Statistica 6.0». Результаты расчетов найдут широкое применение в практической работе нескольких отделов. Характеристики снежности в горных районах будут интересны различным строительным, геолого-разведывательным и другим организациям. Однако сложность работы определяется значительными затратами рабочего времени на поиск архивных данных и компьютерный набор. В настоящее время работа еще не закончена.

Для примера в таблице приведены многолетние высоты снега для двух снегомерных маршрутов Западного Алтая (Восточно-Казахстанская область). Данные районы можно назвать «Полюсом снежности РК».

Таблица

Средняя многолетняя высота снега (1964...2009 гг.)

		Бассейн р. Ульбы														
		Снегопункт №														
		1	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	20
Высота места н.у.м	Высота места н.у.м	910	1100	1570	1810	1640	1340	1210	1460	1640	1680	1770	1860	2000	2040	810
	Высота снега	47	72	74	79	203	174	133	171	222	223	234	221	213	199	46

		Бассейн р. Белая Берель											
		Снегопункт №											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Высота места н.у.м	Высота места н.у.м	2420	2160	2010	1990	1770	1670	1600	1660	1540	1240	1140	
	Высота снега	145	123	124	124	119	104	85	77	72	43	36	

Сведения о снежном покрове в горах также могут применяться для оценки климатических изменений, поскольку наблюдения на многих снегомерных маршрутах ведутся с конца пятидесятых годов прошлого века. Изменчивость высоты снежного покрова на Бело-Берельском и Ульбинском снегомерных маршрутах приведена на рис. 2. В районе р. Белая Берель наблюдается незначительная тенденция к увеличению заснеженности в высокогорных районах и уменьшению – в среднегорье. В районе р. Ульбы – наоборот.

В результате работы можно подвести следующие выводы:

- Научно-исследовательская работа не является основной задачей прогностического отдела и проводится внепланово.
- Ведение научной работы на производстве требует определенных трудозатрат, современного компьютерного оборудования и программного обеспечения.
- Однако, полученные результаты крайне необходимы в производственной деятельности отдела. Они помогают облегчить некоторые виды работ и усовершенствовать существующие методы. К тому же ведение научной работы повышает профессиональный уровень сотрудников.

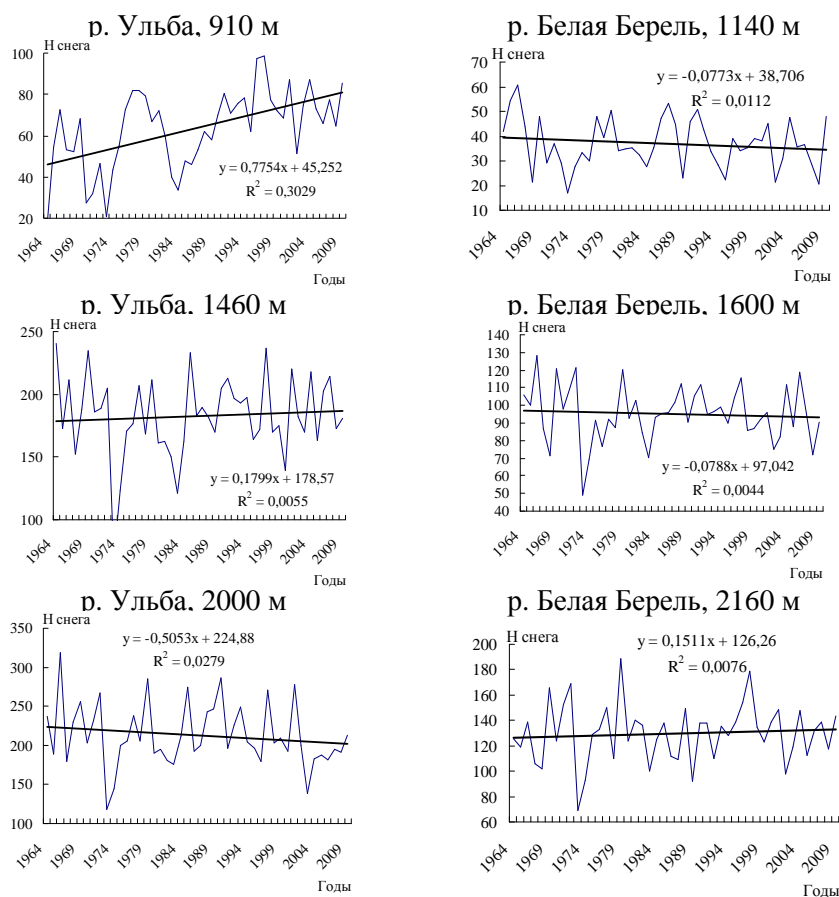


Рис. 2. Изменчивость высоты снежного покрова в бассейне р. Белая Берель (Восточно-Казахстанская область).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданов В.В. О лавинных катастрофах и методах борьбы с ними // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 4. – С. 172-177.

ЦГМ г. Алматы

ҚАР КӨШКІНІН БОЛЖАУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ БӨЛІМІНІҢ ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ ТӘЖІРИБЕСІ

Техн. ғылымд. канд. В.В. Жданов

Соңғы бірнеше жыл ішіндегі бөлімнің жұмыс тәжірибесі келтірілген. Сондай-ақ жүргізілген жедел болжау және ғылыми әдістемелік жұмыс бойынша қысқаша мәліметтер берілген. Бұл тәжірибе тауда іздеу және ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізетін әр түрлі ұйымдарға пайдалы болды мүмкін.

УДК 551.508.8:551.510.534(574)+551.534.232.551.465

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЗОНА НАД КАЗАХСТАНОМ В 2009 Г.

О.А. Глумова

Канд. геогр. наук А.В. Чередниченко

На основе данных наблюдений озонметрических станций Казахстана проведен анализ состояния озонового слоя над Казахстаном в 2009 г. Установлено, что данные наблюдений незначительно отличаются друг от друга, имеют выраженный годовой ход с максимумом в марте-апреле и минимумом – в октябре-ноябре. Распределение содержания озона по месяцам 2009 г. не выходит за рамки среднемноголетних значений ОСО.

Озон является одним из жизненно важных компонентов атмосферы. Он образуется в основном выше 20 км [2]. В более низкие слои атмосферы озон поступает вследствие турбулентного перемешивания и вертикальных движений.

Проблемы состояния озонового слоя атмосферы давно вышли за рамки чисто академических и постоянно привлекают к себе внимание широкой общественности, правительственных и деловых кругов.

Это обусловлено, как чрезвычайно важной ролью озона, выполняющего функцию своеобразного экрана, защищающего биосферу от коротковолновой части ультрафиолетового излучения Солнца, так, и тем обстоятельством, что именно на сохранение озонового слоя были направлены первые международные природоохранные соглашения, имеющие значительные экономические последствия. В настоящее время, когда активно рассматривается версия глобального потепления климата Земли и обусловленности этого потепления антропогенными выбросами парниковых газов, исследования озоносферы приобретают особую актуальность ввиду существенной роли, которую играет озон в радиационном балансе планеты в целом и, в частности, в формировании вертикального распределения температуры в стратосфере. Обеспокоенность мирового сообщества состоянием озонового слоя и долговременными изменениями этого состояния нашли отражение в Венской конвенции (1985 г.) – первом широко-масштабном международном соглашении природоохранной направленности.

сти. В частности, стороны (в числе которых был СССР) обязались (ст.3, п.1) «...организовать исследования и научные оценки по следующим вопросам:

а) физические и химические процессы, которые могут влиять на озоновый слой;

б) влияние на здоровье человека и другие биологические последствия, вызываемые изменениями состояния озонового слоя, особенно изменениями ультрафиолетового солнечного излучения, влияющего на живые организмы (УФ-Б);

с) влияние изменений состояния озонового слоя на климат;

д) воздействие любых изменений состояния озонового слоя и любого последующего изменения интенсивности УФ-Б излучения на природные и искусственные материалы, используемые человеком...» [1].

Уменьшение стратосферного озона приводит к увеличению пагубного ультрафиолетового излучения и обуславливает угнетение роста растений, в том числе и сельскохозяйственных, может послужить причиной быстрого раздражения кожи человека и даже привести к развитию меланомы и катаракты. Приземный озон является ядовитым газом, который при превышении некоторой концентрации может привести к раздражению верхних дыхательных путей, угнетению нервной системы и даже остановке дыхания. Поэтому контролировать содержание озона в стратосфере и концентрацию приземного озона является важной экологической задачей. Не случайно в развитых странах в городах на специальных табло можно увидеть текущее состояние содержания озона вместе с метеорологическими параметрами – температурой, давлением и влажностью воздуха. Плотность озона, как показывают наблюдения, мала вблизи земной поверхности и в тропосфере. С увеличением высоты она возрастает и достигает максимума в среднем на высотах 20...26 км. Выше этого уровня плотность озона убывает и практически обращается в нуль на высоте около 70 км. Кривая вертикального распределения плотности озона по данным [5] приведена на рис. 1.

Распределение годовых норм общего содержания озона над территорией Казахстана имеет ярко выраженный широтный характер, с постепенным увеличением его значений с юга на север. Многолетняя норма суммарного озона над Казахстаном составляет 338 матм-см [3].

Наибольшее содержание озона наблюдается в феврале-марте, а минимальное – в октябре-ноябре. Меньшее количество озона содержится в атмосфере на юге Казахстана, большее – на севере.

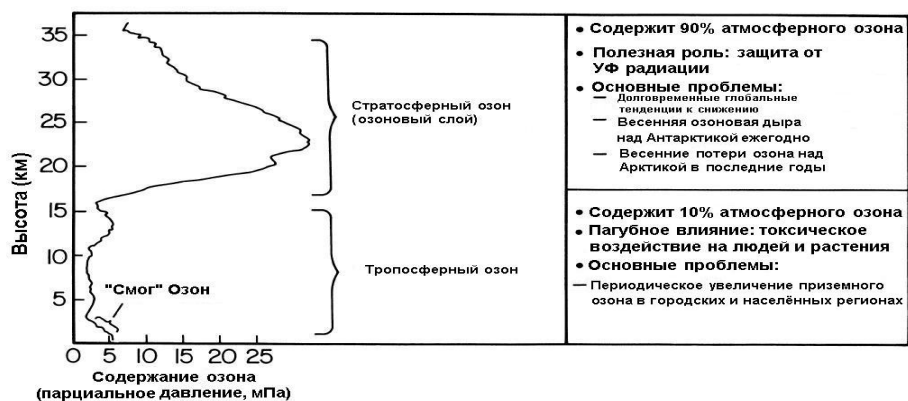


Рис. 1. Структура озонового слоя Земли [3].

На рис. 2 представлена межгодовая динамика ОСО над Казахстаном за период с 1973 по 2009 гг. [4]. Как видно из рисунка в 1992 – 1996 гг. в атмосфере наблюдалось минимальное содержание озона над Казахстаном, затем содержание озона стало увеличиваться. Особенно сильно увеличивалось ОСО в 2005-2006 гг. в районе Атырау и Аральского моря. В 2007-2008 гг. наблюдалось минимальное содержание ОСО за этот период наблюдений. В 2009 г. ОСО было близко к средним многолетним значениям.

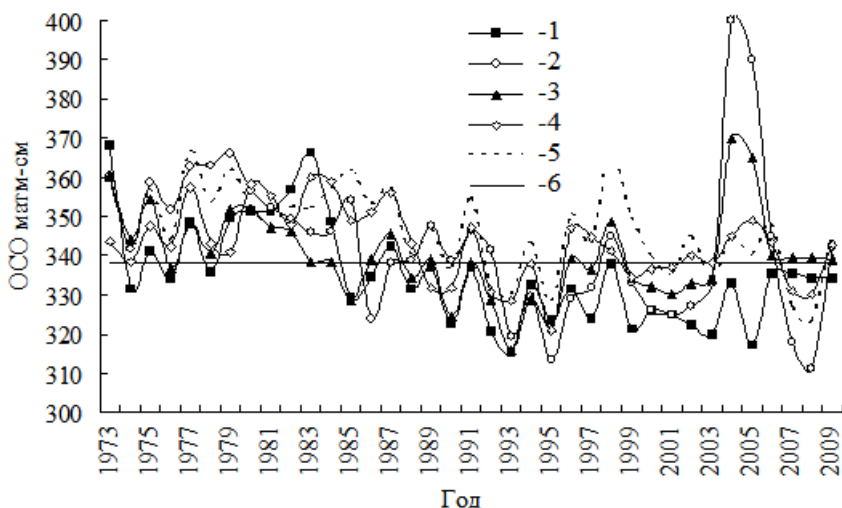


Рис. 2. Межгодовая динамика ОСО над Казахстаном. 1 – Алматы, 2 – Атырау, 3 – Аральское море, 4 – Караганда, 5 – Семипалатинск, 6 – норма.

Анализ состояния озонового слоя над Казахстаном в 2009 г. проводился по результатам наблюдений 4-х озонометрических станций: Атырау,

Семей, Аральское море, Караганда. На рис. 3 и 4 показано распределение ОСО по месяцам 2009 г., а также его среднемноголетнее значение.

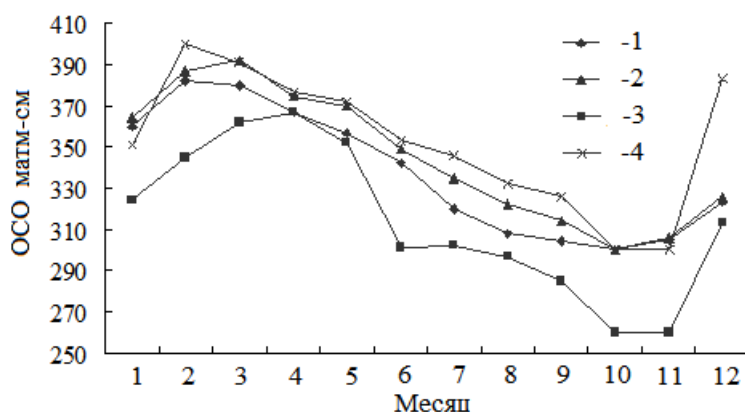


Рис. 5. Распределение среднемесячных и среднемноголетних значений ОСО по озонметрическим станциям Атырау и Семипалатинск. 1 – Атырау (среднее многолетнее), 2 – Семипалатинск (среднее многолетнее), 3 – Атырау 2009 г., 4 – Семипалатинск 2009 г.

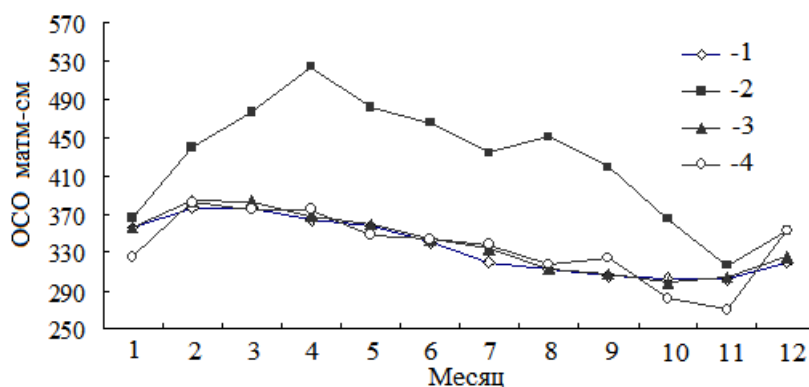


Рис. 4. Распределение среднемесячных значений ОСО в 2009 г., а также его среднемноголетних значений по озонметрическим станциям Аральское море и Караганда. 1 – Аральское море (среднее многолетнее), 2 – Аральское море 2009 г., 3 – Караганда (среднее многолетнее), 4 – Караганда 2009 г.

Как видно на рис. 3, 4 данные наблюдений озонметрических станций РК незначительно отличаются друг от друга. Они имеют выраженный годовой ход. С максимумом в марте-апреле и минимумом – в октябре-ноябре. Распределение содержания озона по месяцам 2009 г. не выходит за рамки среднемноголетних значений ОСО за исключением данных озонметрической станции Аральское море. В 2009 г. содержание озона в этом регионе было несколько выше средних многолетних значений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крученицкий Г.М. Диагностика состояния полей озона и УФ-облучённости и их моделирование: Автореф. дис. ... доктор ф.-мат. наук / Центральная аэрологическая обсерватория. – Долгопрудный, 2007. – 34 с.
2. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат. – 1984. 751 с.
3. Оценка влияния физических и химических процессов на озоновый слой земли, а также изменение состояния озонового слоя, особенно изменение ультрафиолетового, солнечного излучения на здоровье человека и другие живые организмы, на климат, на природные и искусственные материалы, используемые человеком: Отчет о НИР / КазНИИЭЖ МООС – Алматы, 2005 – 111 с. – Отв. исполн. А.Т. Кенжибаев.
4. Оценка современного развития секторов потребителей озоноразрушающих веществ и их воздействие на озоновый слой и изменения климата. Возможности адаптации секторов к мерам, принимаемым для выполнения обязательств по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой: Отчет о НИР / КазНИИЭЖ МООС. – Алматы, 2009. – 58 с. – Отв. исполн. А.В. Чередниченко.
5. Хргиан А.Х. Физика атмосферного озона. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 294 с.

КазНИИЭЖ, г. Алматы

В.В. ГОЛУБЦОВ «МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОКА ГОРНЫХ РЕК В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ»

Алматы, 2010, 226 с. ISBN 978-601-278-368-1



В декабре 2010 г. вышла в свет монография старейшего гидролога Казахстана, кандидата географических наук В.В. Голубцова. В ней изложены результаты исследований моделирования гидрологических процессов.

Разработка методов краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов стока равнинных рек обычно осуществляется с помощью приемов, основанных на закономерностях истощения запасов воды и перемещения паводковых волн в гидрографической сети. Для горных рек, в связи с небольшой продолжительностью времени добе-

гания и незначительными запасами воды в гидрографической сети, даже для краткосрочных прогнозов эти методы не всегда применимы.

Методы прогнозов стока горных рек основываются на учете накопления и расходования влаги в пределах всего водосбора. Причем количество влаги (жидкие осадки, снег) чаще всего характеризуются косвенными показателями, например, модульными коэффициентами, либо рассчитываются с помощью современных математических моделей, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными приемами расчета и прогнозирования речного стока.

При разработке методов прогноза для водных объектов Казахстана возникли значительные трудности, обусловленные слабой гидрологической изученностью территории, а также неоднородностью наблюдений за стоком. В большинстве случаев это связано с влиянием антропогенных

изменений климата, а также хозяйственной деятельности человека на речной сток (строительство водохранилищ, забор воды на орошение, сельскохозяйственное преобразование поверхности речных бассейнов и т.д.). В этих условиях задача разработки методов прогноза стока за различные периоды и с различной заблаговременностью была решена путем использования математических моделей формирования стока, т.е., путем синтеза его гидрографа.

Автором разработана концептуальная динамическая модель формирования общего стока – КДМФОС-76Б. В модели с некоторыми дополнениями использована схема расчета снеготопливных запасов и поступления воды на поверхность бассейна, предложенная А.Н. Важновым и Ю.М. Денисовым, а также схема расчета поверхностного стокообразования, разработанная Ю.Б. Виноградовым.

При моделировании процессов формирования стока, в качестве основных входных характеристик используются наблюдаемые или прогнозируемые суточные значения температуры и влажности воздуха, а также суточные суммы жидких осадков по метеорологическим станциям, расположенным в пределах бассейна. Кроме этого, при моделировании стока, за весенний период могут быть использованы материалы снегомерных съемок. Модель может быть использована в качестве основы для краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования водности горных рек на периоды различной заблаговременности и оценки водных ресурсов. Предлагаемая водно-балансовая модель позволяет осуществлять непрерывное моделирование гидрографа стока горных рек по суточным интервалам времени. В результате моделирования могут быть восстановлены различные элементы водного баланса, в частности: снеготопливные запасы, влагозапасы, испарение, промерзание почвогрунтов и сток рек за различные периоды времени.

Модель достаточно физически обоснована и рассчитана на использование в условиях ограниченной гидрометеорологической информации.

Предлагаемая читателю книга является результатом научных исследований автора и сотрудников руководимой им лаборатории гидрологических прогнозов КазНИГМИ (г. Алматы).

Монография рассчитана на гидрологов, специалистов водного хозяйства, а также будет полезной для студентов соответствующих специальностей.

АХМЕТКАЛ РАХМЕТУЛЛАЕВИЧ МЕДЕУ
(к 60-летию со дня рождения)



В декабре 2010 г. исполнилось 60 лет видному геоморфологу Казахстана, доктору географических наук, профессору Ахметкалу Рахметуллаевичу Медеу. Коллективы РГП «Казгидромет», Института географии и редколлегии журнала сердечно поздравляют юбиляра со знаменательной датой и желают дальнейшей плодотворной деятельности на благо процветания географической науки Казахстана.

Основным направлением деятельности А.Р. Медеу является исследование геоморфогенеза Юго-Восточного Казахстана. Им было разработано новое направление комплексного изучения экзогенных процессов не только денудационного, но и аккумулятивного рельефообразования. Ниже приведен материал, любезно предоставленный Э.И. Нурманбетовым, об опыте А.Р. Медеу в изучении процессов геоморфогенеза, а также отмечена его роль в вопросах совершенствования теории и методов научного управления проявлениями и рисками опасных геоморфологических процессов.

Рельеф Земли является одновременно продуктом геологического развития и компонентом ее современной географической среды. Пограничное положение земной поверхности, где происходит взаимодействие

литосферы, атмосферы, гидросферы, биосферы, определяет место геоморфологии на стыке геологических и географических наук.

Казахстанская геоморфология складывалась в 30...40-х годах 20 столетия в процессе разномасштабных геологических съемок, поисков и разведки, возглавляемых Н.Г. Кассиным и К.И. Сатпаевым. Как самостоятельное направление оно сформировалось в начале 50-х годов, когда в Институте геологических наук АН КазССР под руководством Г.Ц. Медоева был создан сектор геоморфологии и четвертичной геологии. Первоначально исследования сектора входили в комплекс геологического картографирования, позднее они были продолжены в качестве самостоятельной специализированной геоморфологической съемки территории всего Казахстана в масштабах 1: 1 000 000 ... 1: 500 000, а для отдельных регионов и крупнее.

Неукоснительно выполнялось стратегическое пожелание академика К.И. Сатпаева об усилении практического применения геоморфологии в поисково-разведочных работах, что подкреплялось солидным финансированием экспедиционных и камеральных исследований.

Наряду с исследованиями морфологии рельефа, состава и мощности четвертичных отложений, а также возможных тектонических нарушений, активных в новейшее время, существовал план проходки шурфов и расчисток для отбора проб на гранулометрический, минералогический, палинологический и фаунистический виды анализов. На участках, благоприятных для накопления тяжелых минералов в аллювии террас и пойм и в делювии склонов отбирались шлиховые пробы с промыванием в лотках. Значительное внимание уделялось поиску археологических артефактов каменного века. Мощным толчком к совершенствованию геоморфологических методов стало широкое использование материалов аэрофотосъемки. Дешифрирование аэроснимков с применением стереоскопии потребовало и от геологов углубленного анализа земной поверхности, хотя без запаса знаний, накопленного геоморфологией, попытки такого рода приводили к результатам достаточно формальным, порой просто дилетантским.

Диалектика развития казахстанской геоморфологии такова, что к концу 80-х годов прошлого столетия она упрочив свои позиции в геологии, стала отставать от новых задач географического содержания, связанных с активным преобразованием природной среды. Стали видны большие пробелы в изучении современных рельефообразующих процессов, в разработке методов их прогноза. Для решения обозначенной проблемы, которая соответствует современной геоморфологической парадигме, понадобилось

осуществление ряда административных мероприятий. В первую очередь, это организация лаборатории геоморфологии в Институте географии в 1991 г., в состав которой вошли ведущие геоморфологи Казахстана, и в этом основная роль принадлежит А.Р. Медеу, чьи научно-организаторские данные поспособствовали развитию нового этапа исследований разнообразных граней рельефа Казахстана.

Первыми шагами лаборатории стали редакция и тиражирование общей геоморфологической карты Казахстана в масштабе 1: 1 500 000, которая быстро разошлась по научным, учебным и производственным организациям РК, СНГ и дальнего зарубежья. К этой карте Институтом географии была издана пояснительная карта в 2-х книгах [1]. Тем самым был подведен итог многолетним исследованиям и дана профессиональная характеристика морфологии, генезиса и возраста рельефа всей территории республики, показана роль ученых и практиков разных поколений в становлении казахстанской геоморфологии.

Новой задачей коллектива лаборатории стало изучение современных природно-антропогенных рельефообразующих процессов. Это молодое быстро развивающееся направление с большим будущим и широкими перспективами развития, с неизбежным выделением и углубленным содержанием отдельных более специальных отраслей геоморфологии. Возглавил это направление А.Р. Медеу – крупный ученый в области селеведения, более 30 лет успешно и продуктивно исследовавший эрозионно-селевые явления в горах Юго-Восточного Казахстана и в горах аридного пояса в целом. Главной особенностью этих исследований является то, что наряду с совершенствованием традиционных подходов в изучении зон питания (селеобразования) и транзита гляциальных и ливневых селей, особое внимание уделяется зонам аккумуляции (разгрузки), где различаются разновременные генерации селевых отложений. Каждый сход селея создает, если разгрузка не происходит в более мощный водоток, новые формы рельефа, на которых начинает восстанавливаться растительность, образуется почва. Восстановленный комплекс может быть нарушен следующим сходом, и процесс регенерации начинается снова. Таким образом, детальное изучение зон аккумуляции селей методами полевых наблюдений и дистанционного зондирования позволяют отразить различные этапы функционирования комплекса селевых бассейнов и изменений геолого-геоморфологической и ландшафтной среды во времени.

Сели в горных областях относятся к чрезвычайно опасным геоморфологическим процессам и не случайно местные жители традиционно старались не использовать в хозяйстве селеопасные территории. Но в последние десятилетия, в связи с промышленно-транспортным и рекреационным освоением гор резко возросла урбанизация в районах Южного и Юго-Восточного Казахстана. Стали весьма актуальными вопросы селезащиты людей и материальных ценностей. В процессе разработки научных основ изучения происхождения, формирования и прогноза селей труды А.Р. Медеу занимают ведущее положение. Это и региональное специализированное картографирование, и монографическая характеристика селей Казахстана. В 1988 г. было завершено составление геоморфологической карты Семиречья, на которой нашли отражение рельеф, новейшие геологические структуры и все активные разрывные нарушения региона. А.Р. Медеу – непосредственный составитель этой карты – предложил проанализировать и вынести на нее все имеющиеся данные о землетрясениях в регионе (совместно с сейсмологами), что стало основой прогноза возможных стихийных бедствий от экзогенных склоновых процессов (сели, оползни, обвалы) в горных и предгорных районах Алматинской, Жамбылской и Восточно-Казахстанской областей.

В результате этого многостороннего исследования сейсмоактивных территорий Казахстана и на основе его выводов была сформулирована проблема управления селевыми явлениями и обозначены пути ее реализации. Само исследование ждет продолжения с целью достроить указанную карту на территории смежных районов Киргизии и КНР.

Изучение влияния нео- и современных тектонических движений на формирование селей были рассмотрены А.Р. Медеу с трех позиций: 1) влияние градиентных показателей новейших тектонических движений, которые выражаются разностью абсолютных и относительных показателей; 2) роль разрывных нарушений разных порядков в формировании линейных очагов селеформирования; 3) оценка влияния современных сейсмоземлетрясения на формирование и развитие селевых процессов. Все эти актуальные вопросы в области современной геодинамики были исследованы А.Р. Медеу применительно к горным районам Юго-Восточного Казахстана впервые.

В современной геоморфологии все большую роль играет системный подход, позволяющий по-новому обобщить, синтезировать собранные данные. В процессе изучения Иле и Жетису Алатау, хребта Огам, А.Р. Медеу

предложил выделять геоморфосистемы селевых бассейнов, подразумевая, что совокупность форм и элементов рельефа в границах бассейна объединяется рельефообразующими процессами, главным из которых является сель, а сопутствующими – обвалы, осыпи, плоскостной смыв, мелкоструйчатая эрозия и др. Процессы различаются по скоростям и масштабам воздействия на рельеф и по этим параметрам и времени существования геоморфосистемы можно разделять на типы. Границы их легко устанавливаются по водораздельным линиям. Также относительно просто ограничиваются конусы выноса, их шлейфы и пролювиальные равнины. Таким образом, составление геоморфологической карты Семиречья, проведенное с использованием качественных космо-фотоматериалов предоставленных союзным госцентром «Природа», положило начало теоретическим и методическим подходом к изучению и картографированию рельефообразующих процессов на всей территории уже независимого Казахстана.

Исследованию предшествовало налаживание прерванных на некоторое время связей с научными институтами ближнего и дальнего зарубежья, в первую очередь с Институтом географии РАН и МГУ. Путем обмена данными были разработаны общие теоретические вопросы изучения, картографирования и прогнозной оценки современного геоморфогенеза, его влияния на компоненты природной среды и на природно-хозяйственные системы. В планы исследования вошло решение таких научных и прикладных задач географии и геологии, как устойчивость и изменчивость геоморфосистем, анализ современных тектонических, денудационных и аккумулятивных процессов, их роли в экологической и экономической оценках территорий.

Составление логически стройной и содержательной классификации процессов основанной на едином принципе построения, сталкивается с трудностями, обусловленными их многообразием и сложным взаимодействием природных факторов. Основным подходом к структуре классификации процессов явилось упорядочение их по отношению к морфогенетическим единицам рельефа. Например, существенно различаются в развитии процессы флювиального ряда на аккумулятивных равнинах различного генезиса с детализацией на покатых, вогнутых или различно наклоненных поверхностях даже с примерно одинаковым составом геологического субстрата. Соответственно, заметно отличаются эти процессы в пределах пенепленов.

В 1989...1991 г.г. Институт географии по линии рискованных научных исследований выполнил научно-исследовательскую работу «Изучить гео-

морфологические условия развития экзогенных процессов в Заилийском Алатау для обоснования защитных мероприятий» (отчет, Алматы, 1991). В качестве научного руководителя и ответственного исполнителя А.Р. Медеу предложил комплексную систему изучения и картографирования экзогенных процессов на примере Заилийского Алатау. В основу этой системы входили исследования не только денудационных, но и аккумулятивных процессов рельефообразования. В преобладающем большинстве работ того времени превалировало денудационное направление, аккумулятивные формы рассматривались в качестве геолого-генетических типов отложения, а процессы показывались на картах в виде немасштабных знаков. Такие рекомендации были даны разработчиками методов инженерно-геологического картирования Г.К. Бондариком и специалистом по дешифрированию аэрокосмических материалов А.В. Садовым. Вообще в работах того времени при изучении и картографировании не акцентировалось внимание на ведущих (доминирующих) и второстепенных (обусловленных) процессах. Эти вопросы А.Р. Медеу были решены в указанном отчете впервые в истории исследований современных геоморфологических процессов Казахстана. На основе нового подхода впервые были составлены карты экзогенных процессов Заилийского Алатау в масштабе 1:200 000 и Алматинского заповедника в масштабе 1:50 000.

Выполненное научно-исследовательское направление нашло свое продолжение в последующем отчете «Современный геоморфогенез равнинной части Или-Балхашского региона по данным дистанционного зондирования (КС)» (отчет, Алматы, 1997).

Нужно сказать, что до предложенного А.Р. Медеу принципов и методов изучения и картографирования современных процессов рельефообразования, отдельные аспекты и закономерности их проявления были достаточно хорошо исследованы. Это прежде всего эрозионные, селевые, оползневые, карстовые и ряд других процессов, которые изучались каждый в отдельности.

Картографическое отображение рельефообразующих природных и антропогенных процессов с точки зрения методики было разработано в ИГ РАН в 1991 г., который возглавил межгосударственный совет по составлению карты динамики рельефа Северной Евразии. Предложения казахстанской стороны по существенной доработке легенды карты были приняты, а материалы казахстанских геоморфологов во главе с А.Р. Медеу вошли в эту карту, изданную в 2003 г. в масштабе 1:5 000 000.

Работы данного направления продолжаются. Готовится к публикации карта рельефообразующих процессов Казахстана масштаба 1:1 500 000, что значительно усложняет достижение наибольшей достоверности контуров. Очевидно, что природная граница между полями с разными ведущими процессами становится линией только на мелкомасштабных картах, но в действительности она является зоной. Разумеется существуют контрастные границы, как например у большинства золотых массивов, где аккумуляция песков сочетается с их дефляцией. Но совершенно затруднительно ограничить работу ветра. Она повсеместна и не подчинена законам гравитации. Есть микроформы дефляции на уступах рельефа, но их не видно на поверхностях с преобладанием элювиально-почвообразовательного процесса, хотя с нарушением почвенно-растительного покрова возникает существенная опасность земледелию.

Результаты изучения и картографирование современного геоморфогенеза в целом направлены на разработку научного управления риском опасных экзогенных процессов, на обеспечение безопасности человека и среды его обитания. Эти результаты стали основой эколого-геоморфологических построений, которые на локальном и региональном уровнях уже проводятся в Казахстане. В этой связи следует отметить, что А.Р. Медеу впервые в Казахстане начал исследование нового направления, связанного с рискологией. Эта проблема, весьма актуальная в настоящее время, нашла отражение в докторской диссертации А.Р. Медеу, которая была успешно защищена в 1994 г. по результатам исследований 1978...1994 годов. Плодотворному развитию этого направления с выделением районов по нескольким классам экологической опасности, включая техно- и урбосферу, несомненно содействует высокий уровень ГИС-технологий, в том числе современные программы автоматического дешифрирования космоснимков, сложившийся в Институте географии, руководимом А.Р. Медеу.

НИКОЛАЙ ФЕДОРОВИЧ ГЕЛЬМГОЛЬЦ
(к 110-летию со дня рождения)



28 октября 2010 г. исполнилось 110 лет со дня рождения одного из старейших советских аэрологов кандидата физико-математических наук Николая Федоровича Гельмгольца.

Многолетняя научная деятельность Н.Ф. Гельмгольца до Великой Отечественной войны протекала в основном в Бориспольской аэрологической обсерватории близ Киев, частично была связана и с аэрологической обсерваторией в Павловске, под Ленинградом, а после войны развивалась в Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте, где он работал заведующим Отделом аэрологии.

Первые научные исследования Николая Федоровича (1925...1927 гг.) относились к области совершенствования нефоскопических наблюдений, игравших тогда, при недостаточно развитой еще сети шаропилотных станций, большую роль в определении ветра на высоте. Позднее Н.Ф. Гельмголец много труда и творческой инициативы вложил в развитие метода шаров-пилотов и его приложений, в организацию шаропилотных наблюдений; здесь и работы по агроклиматической характеристике ветра в свободной атмосфере (как на основе прямых измерений ветра методом шаров-пилотов, так и косвенным путем, на основе расчета скорости и направления ветра на высоте по данным о распределении приземных изобар

и изотерм), и предложения по усовершенствованию системы шаропилотных наблюдений и изданиям данных наблюдений.

Важную научно-методическую и организационную роль для развития сети шаропилотных пунктов сыграли составленные Н.Ф. Гельмгольцем «Руководство по бестеодолитным пилотным наблюдениям» (Киев, 1937 г.) и другие методические его разработки.

Будучи большим знатоком облаков, Николай Федорович много сделал для развития методики наблюдений за облаками на сети аэрологических и метеорологических станций, для методов их климатологической обработки и для характеристики природной вероятности различных форм облаков. К этому же циклу работ относятся и его исследования по климатологии облаков. Не одно поколение казахстанских метеорологов использовало Атлас облаков, составленный Н.Ф. Гельмгольцем, на всех метеорологических станциях нашей огромной страны.

Особое значение имеет монография Н.Ф. Гельмгольца «Горно-долинная циркуляция северных склонов Тянь-Шаня» (1963 г.), отличающаяся широтой охвата исследуемых атмосферных явлений, оригинальностью подхода и практической направленностью. Глубокое и всестороннее исследование автор завершает превосходным обзором полученных им результатов и выводов по горно-долинной циркуляции и ее зависимости от географических условий, по ее режиму в предгорной зоне, связанным с ней атмосферно-физическим явлениям и особенностям суточного хода метеорологических элементов (попеременной миграции атмосферной влаги и пыли ночью с гор, днем – в гору), по движущей силе циркуляции, вертикальной структуре циркуляции в горной долине и предгорьях и т. д. И сегодня, спустя почти пол века, эта работа актуальна для г. Алматы.

В тот же период работы в КазНИГМИ Николаи Федорович, продолжая и развивая аэрологические и аэроклиматические исследования облачности на обширной территории Казахстана, успешно занимается актуальными вопросами физики облаков и осадков. Он активно участвует в проводившихся совместно с отделом физики облаков и активных воздействий ГГО интересных и важных, опытах по вызыванию летних и зимних осадков в Целинном крае. Затем вместе с В.И. Рогозиным он обстоятельно исследует в Заилийском Алатау структуру, водность и радиолокационную отражаемость ливневых осадков.

Можно было бы указать ещё ряд других интересных и ценных аэрологических и метеорологических работ Н.Ф. Гельмгольца, но ограни-

чимся лишь одной из них, связанной с загрязнением воздушной среды. Мы имеем в виду исследование Николая Федоровича, в котором подчеркивается особая значимость своеобразных климатических условий г. Алматы, способствующих при некоторых атмосферных процессах значительному загрязнению воздушного бассейна этого района. Ряд важных черт горно-долинной циркуляции, связанных с загрязнением городской атмосферы Алматы, был выявлен ранее в указанной выше монографии Н.Ф. Гельмгольца. Эта проблема, спустя многие десятилетия, продолжает оставаться злободневной.

Много и плодотворно потрудился Николай Федорович в области подготовки большой плеяды метеорологов и аэрологов Казахстана. Он был человеком огромной эрудиции и широты интересов и безгранично делился своим богатством с окружающими его коллегами. Работающие рядом с ним, отмечали его сердечность, отзывчивость и глубокую интеллигентность.

Для современного поколения гидрометеорологов Казахстана это замечательный пример бескорыстного служения своей профессии!

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,
опубликованных в журнале «Гидрометеорология и экология» в 2010 г.**

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Ахмеджанов А.Х., Глушко В.Н., Караданов Т.К. Расчет оптической толщины атмосферы по данным спутникового зондирования. №3, С. 21-26.

Ахмеджанов А.Х., Искаков Н.А. Изменчивость вертикальных профилей объемного коэффициента поглощения ИК-излучения атмосферными газами над территорией Казахстана. №4, С. 44-49.

Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К. Применение данных космического зондирования для расчетов оптических параметров атмосферы и земной поверхности. №4, С. 84-91.

Байтулин И.О., Проскуряков М.А., Есеркенова И.Б. Экологическая доктрина мониторинга растительного покрова Казахстана в свете глобального изменения климата. №4, С. 50-66.

Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана. №3, С. 27-38

Бултеков Н.У. Ветровой перенос массы песка в бассейнах рек Темир, Эмба и Сагыз. №2, С. 32-41.

Волчек А.А., Шпока И.Н. Пространственно-временные изменения повторяемости гололедно-изморозевых отложений на территории Беларуси. №1, С. 36-52.

Гуришев И.Г., Семенов О.Е. Решение задачи о распределении концентрации переносимого ветром песка по высоте в приземном слое воздуха. №4, С. 30-36.

Десятова К.И. Особенности притока солнечной радиации на территорию Казахстана летом и зимой. №4, С. 37-43.

Долгих С.А. К вопросу развития агрометеорологической наблюдательной сети в Казахстане. №4, С. 20-29.

Жантаев Ж.Ш., Ахмеджанов А.Х., Каипов И.В. Определение температурных полей земной поверхности по данным спутникового зондирования. №2, С. 17-24.

Закарин Э.А., Дедова Т.В., Семенов О.Е., Шапов А.П., Тусеева Н.Б. ГИС-технология мониторинга и моделирование пыльных бурь. №3, С. 8-20.

Илякова Р.М., Таплиял П.К. О возможности использования спутниковых данных в мониторинге почвенной засухи на территории Казахстана. №1, С. 53-66.

Кауазов А.М. О применении инфракрасных каналов радиометра

NOAA/AVHRR для определения даты начала снеготаяния. №1, С. 116-123.

Кожухметова Э.П., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С. О выборе периодов для расчета норм по температуре и осадкам. №4, С. 9-19.

Лебедь Л.В., Степанов Б.С. О гидрогеологическом факторе обводненности пустынных пастбищ Прибалхашья в условиях глобального потепления. №3, С. 38-46.

Магай С.Д. Оценка влажности почв на ирригационных системах. №1, С. 131-135.

Петрова Е.Е. Климатические особенности пространственно-временного распределения относительной влажности воздуха по территории Казахстана. №2, С. 25-31.

Семенов О.Е. О физическом содержании параметров профилей массовой концентрации частиц в пограничном слое ветропесчаного потока. №1, С. 11-21.

Тулукбаев Е.Т., Хайдаров М.С. Геодинамические явления и глобальная температура атмосферы земли. №4, С. 67-76.

Чередниченко А.В. Проявление индексов циркуляции для атлантико-европейского сектора во временных рядах температуры и осадков на территории Казахстана. №1, С. 22-35.

ГИДРОЛОГИЯ

Азнабакиева М.М. Восстановление естественного годового стока р. Шилик – с. Малыбай с 1996...2009 гг. №4, С. 108-111.

Бажиева А.М., Бурлибаев М.Ж. Изменение гидрологического режима низовья р. Шу под влиянием Тасоткельского водохранилища. №1, С. 88-92.

Баймагамбетов Б.О., Попова В.П. Гидрологический мониторинг Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна и его развитие. №4, С. 112-117.

Вагапова А.В. Оценка допустимых объемов изъятия стока из рек аридной зоны Казахстана. №2, С. 48-54.

Голубцов В.В., Ерисковский С.А., Линейцева А.В. Изменение стока реки Улкен Алматы при деградации горного оледенения в ее бассейне. №2, С. 42-47.

Голубцов В.В., Линейцева А.В. Поступление воды в реку Каратал за счет деградации горного оледенения. №4, С. 101-107.

Домран А.О. Сток взвешанных наносов бассейна реки Илек. №1, С. 124-131.

Ивкина Н.И., Шиварева С.П. Динамика изменения уровня Араль-

ского моря в современных условиях. №1, С. 80-87.

Исмаилова Г.К. Установление приведенной обеспеченности гарантированной отдачи водохранилища сезонного регулирования стока комплексного назначения. №2, С. 105-109.

Исмаилова Г.К., Нарбаева К.Т., Нарбаев Марс Т., Нарбаев Т.И. Комплексный способ установления категории рек горной части Казахстана. №2, С. 63-67.

Линейцева А.В. Современное поступление речного стока в Восточный Балхаш. №1, С. 109-115.

Мамедов Б.К. Оценка водного потенциала и использование такырных водосборов в Республике Казахстан. №3, С. 47-54.

Мамедов Б.К. Оценка ресурсов поверхностного стока такырных водосборов пустынной зоны Узбекистана и вопросы их сельскохозяйственного использования. №4, С. 77-83.

Мамедов Дж.Г. Особенности изменения стока рек Большого Кавказа под влиянием изменения климата. №3, С. 55-62.

Попова В.П., Мусенова А.Н. Определение потерь стока по длине реки Сырдарья в пределах Республики Казахстан. №1, С. 100-108.

Попова В.П., Шиварева С.П., Домран А.О. Водный баланс озера Балхаш за период с 2000 по 2009 годы. №4, С. 92-100.

Смагулов Ж.Ж. Оценка речного стока в бассейне малого Аральского моря. №3, С. 187-193.

Трофимов Г.Н., Трофимова Ю.Г. Расселение человека в Южном Приаралье в неолите и древние дельты Амударьи. №3, С. 127-133.

Турсунова Айс., Куркебаев А.А., Мырзахметов А.Б. Внутригодовое распределение стока рек бассейна озера Балхаш. №4, С. 118-128.

Ушаков В.Г. Многолетние колебания максимальных расходов воды весеннего половодья рек Верхнего Иртыша в пределах Республики Казахстан. №1, С. 93-99.

ЭКОЛОГИЯ

Абдуев М.А. Рекогносцировочная оценка состояния речных бассейнов Азербайджана по антропогенной нагрузке. №2, С. 55-62.

Абрамов А.С., Шамгунов А.С., Курмангалиева Ш.Г., Бреусов Н.Г., Шенбергер И.В., Рубанюк Н.Н., Степаненко А.С. Некоторые закономерности загрязнения рек Ульба, Чилик и Тургенъ. №4, С. 134-140.

Агаев Т.Д., Ислам-Заде А.И. Определение потенциала загрязнения атмосферы физико-статистическим методом, и оценка состояния воздушного

- бассейна промышленных городов Апшеронского полуострова. №1, С. 67-74.
- Акиянова Ф.Ж.** Лессовые отложения и связанные с ними опасные процессы. №3, С. 63-71.
- Алиаскаров Г.С.** Гидрометеорологический и геолого-геоморфологический фактор условий формирования современного экзо-морфогенеза западной части Центрального Казахстана. №3, С. 194-205.
- Аливердиева Ш.С., Ахундов Р.Ф., Набиева Т.М., Ислам-Заде А.И., Халилова С.А., Меликов М.З.** Исследование воздействия ртути на здоровье людей. №2, С. 121-129.
- Аскарова М.А.** Уровень безопасности по живым организмам и здоровью населения. №3, С. 72-77.
- Ахмеденов К.М.** Геоэкологическая характеристика структуры землепользования Волго-Уральского междуречья (в пределах Западно-Казахстанской области). №1, С. 201-212.
- Бажиева А.М.** Современное состояние качества поверхностных вод реки Шу. №1, С. 75-79.
- Балакай Л.А., Дедова Т.В., Закарин Э.А., Миркаримова Б.М., Тусеева Н.Б.** Рисковое картирование загрязнения шельфа Каспийского моря при аварийном разливе нефти. №2, С. 7-16.
- Беккулиева А.А.** Маңғыстау түбегі карсттық үрдістерінің даму қауіптілігі. №3, С. 134-139.
- Бекнияз Б.К.** Методологические основы оценки геологической среды Казахстанского Приаралья. №1, С. 188-200.
- Бексеитова Р.Т.** Морфоклиматический фактор функционирования эколого-геоморфологических систем платформенных равнин (на примере территории центрального Казахстана). №4, С. 166-172.
- Бексеитова Р.Т.** Эколого-геоморфологические системы и принципы их выделения (на примере территории Центрального Казахстана). №3, С. 179-186.
- Боранкулова Г.С.** Экологическая оценка твердых отходов металлургического производства. №2, С. 83-87.
- Бураков М.М.** Графоаналитический метод интерпретации результатов опытных кустовых откачек из водоносного горизонта при наличии перетекания. №3, С. 102-110.
- Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М., Волчек А.А., Волчек Ан.А.** О базисной модели мониторинга наземных экосистем. №2, С. 68-82.

Досбергенов С.Н. Экологические проблемы нефтезагрязненных почв в районах добычи нефти Западного Казахстана и пути их решения. №3, С. 111-122.

Егембердиева К.Б. Жел айдау-жел қайыру құбылыстарының «Ақжайық» мемлекеттік табиғи резерватының өсімдік және топырақ жамылғысына әсері. №3, С. 123-126.

Евсеева А.А. Оценка экологического состояния Усть-Каменогорского водохранилища по показаниям зоопланктона. №4, С. 141-148.

Есжанова А.С. Эколого-геоморфологические основы оценки риска и безопасности жизнедеятельности человека. №2, С. 97-104.

Каипов И.В., Есеркенова И.Б. Моделирование трансграничного переноса загрязнения воздуха в Казахстане с помощью программного комплекса HYSPLIT_48. №3, С. 78-87.

Каратаев М.А. Экологическое состояние атмосферного воздуха Рудно-Алтайской территориальной природно-хозяйственной системы и его влияние на здоровье населения. №1, С. 177-187.

Керимова Э.Д. Тенденции трансформации ландшафтных комплексов грязевых вулканов. №4, С.179-184.

Ким В.В. Научно-методические основы оценки уровня загрязнения воды в казахстанском секторе Каспийского моря. №3, С. 140-150.

Копытина М.А. Анализ эколого-экономической обстановки в Атырауской области. №1, С. 213-218.

Көшім А.Г. Батыс Қазақстанның мұнайлы өңіріндегі антропогендік үрдістердің балыптасуы. №3, С. 151-156.

Көшім А.Ф. Каспиймаңы мұнайлы аудандарындағы экожүйелік мониторинг. №4, С. 149-153.

Куанышпаев С.Б. Методика изучения и картографирование рельефа геопарка «горы – равнина» на примере Или-Балхашского региона с использованием космических снимков. №3, С. 95-101.

Кушникова Л.Б. Модификация биотического индекса Вудивисса для водотоков бассейна Верхнего Иртыша. №1, С. 163-169.

Күтжанова А.Н. Кен байыту қалдықтарын агломерациялық өндеу технологиясының экологиялық қауіпсіздігі. №3, С. 157-162.

Күтжанова А.Н. Кен байыту қалдықтарын сақтау қоймасының қоршаған ортаны ластауын бағалау. №2, С. 88-96.

Магай С.Д. Оценка и технология использования возвратных вод на ирригационных системах в среднем течении реки Сырдарья. №2, С. 130-136.

Мусина У.Ш. Экологический потенциал коксусского шунгита. №4, С. 154-159.

Мынбаева Б.Н., Шингисова П.К., Анарбекова Г.Д. Накопление тяжелых металлов в реках г. Алматы. №1, С. 156-162.

Романова С.М., Сымтыкова Г., Купшыгир Д., Антонова Н. Характеристика химического состава и качества воды рек и водоемов северного склона Илейского Алатау в 2009 году. №1, С. 140-149.

Романова С.М., Турсунова Айс. К вопросу о самоочищающей способности речных вод Казахстана. №2, С. 110-120.

Саиров С.Б. Шығыс Қазақстан облысының температуралық аномалиялары. №3, С. 174-178.

Сапаров Қ.Т. Сарыарқа топонимиясының жер бетіндегі көрінісі. №2, С. 137-144.

Сарсекова Д.Н. Оценка экологического и экономического эффекта от гибридного тополя «казахстанский» в условиях предгорной равнины Илейского Алатау. №1, С. 136-139.

Сейтказиев А.С., Мусаев А.И. Методы улучшения продуктивности засоленных земель. №3, С. 163-173.

Скоринцева И.Б. Оценка ландшафтно-экологической опасности земель приграничной территории Костанайской области при сельскохозяйственном воздействии. №1, С. 170-176.

Темирбаева Р.К., Абитбаева А.Д. Деградация земель сельскохозяйственного назначения Прикаспийского региона Казахстана. №3, С. 88-94.

Турениязова Ж.К. Іле өзеніндегі биогендік ағындылардың антропогендік өзгеруін бағалау. №4, С. 129-133.

Турениязова Ж.К. Оценка антропогенного изменения ионного стока реки Или. №1, С. 150-155.

Усенова Н.А. Исследование состава донных отложений реки Илек. №4, С. 160-165.

Шомантаев А.А., Абзалиева Ж.А., Бейсетаева Р.К. Сельскохозяйственное использование коллекторно-дренажных вод для орошения в регионе Приаралья. №4, С. 173-178.

ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ

Алимгазин А.Ш., Есеркепова И.Б., Бахтиярова С.Г. Использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для теплоснабжения объектов Республики Казахстан с применением теплонасосных технологий. №2, С. 165-173.

Глумова О.А., Чередниченко А.В. Пространственно-временное распределение озона над Казахстаном в 2009 г. №4, С. 190-194.

Жданов В.В. Опыт научно-исследовательской работы отдела снеговалинных наблюдений и прогнозов. №4, С. 185-189.

Молдахметов М.М., Мусина А.Қ. Сел құбылыстарынан қорғанудың әлемдық және қазақстандық тәжірибесі. №2, С. 192-201.

Нарбаев Марат Т., Бекниязов М.К. О совершенствовании взаимовыгодного сотрудничества государств-учредителей международного фонда спасения Арала по решению проблем бассейна Аральского моря. №2, С. 202-206.

Свалова В.Б. Термоминеральные воды России и их комплексное использование. №2, С. 174-191.

Худякова Т.В., Голояд О.С., Жданова Т.Л., Криворучко Т.И., Молчанова Н.В., Жданов В.В., Соколова Л.М., Дерюгина И.П., Аманкулова С.Л. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2008 г. №2, С. 145-164.

Шиварева С.П. О разработке новых методов и внедрение их в производственную деятельность Казгидромета. №1, С. 228-235.

Шингисова П.К., Баспакова Г.Н. О состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 4-й квартал 2009 г. №1, С. 219-227.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Голубцов В.В. «Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации». №4, С. 195-196.

ХРОНИКА

Гельмгольц Н.Ф. (к 110-летию со дня рождения). №4, С. 204-205.

Голубцов В.В. (к 80-летию со дня рождения). №3, С. 206-209.

Медеу А.Р. (к 60-летию со дня рождения). №4, С. 197-203.

Романова С.М. (к 60-летию со дня рождения). №3, С. 210-213.