

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау Ми-
нистрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 3

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2007

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

Т.П. Строева

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, канд. геогр. наук;
О.С. Галаева (компьютерная сборка, техническая редакция).

Переводы на казахский язык:

А.У. Ортбаева (секретарь);

Г.Т. Сулейменова

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 3 (46)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

<i>Адрес редакции:</i>	050022, Алматы, пр. Абая, д. 32, к. 420
<i>Телефон:</i>	(7272) 55-84-06
<i>E-mail:</i>	caspian_almaty@mail.ru http://www.meteo.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 ТОО «Рейс. Издательство и Полиграфия».

050002, г. Алматы, ул. Валиханова, 45. Тел.: (3272) 267-70-90; 234-78-12

СОДЕРЖАНИЕ
НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

К.Т. Елеуова	
Исследование циклических колебаний в метеорологических рядах средней годовой температуры воздуха.	7
А.В. Чередниченко	
Динамика облачности и осадков у восточного побережья Каспийского моря по данным метеорологического радиолокатора.	19
С.Г. Сафаров	
Грозовые явления на территории Азербайджана.	44
К.И. Десятова	
Особенности притока солнечной радиации на территорию Казахстана в апреле.	55
Е.Н. Баймуканов, Н.Х. Жаркеев	
Изменения агроклиматических условий возделывания яровых зерновых культур в Приуралье.	62
Б.О. Баймагамбетов	
К обоснованию возможности совершенствования службы предупреждения об угрозе селей.	72
В.В. Жданов	
Зависимость роста ледовых образований от погодных условий на реках северного склона Илейского Алатау.	79
С.К. Давлетгалиев	
Оценка точности параметров кривых распределения годового стока рек Урало-Эмбинского района.	85
Г.К. Исмаилова, К.Т. Нарбаева, М.Т. Нарбаев, Т.И. Нарбаев	
Определение обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.	94
Ж.Д. Достай, Д.А. Мусабаева	
Русловые процессы как фактор внутрисистемной организации развития геосистем.	100
А.А. Абдураманов, Е.Е. Тугишбаев, Н.А. Абдураманов	
О вихревых гидроэлеваторах.	106
М.Х. Сарсенбаев, М.Г. Баженов, С.Р. Жанпеисова	
Применение методов гидрологии при социально-экономических исследованиях.	114

С.М. Романова	
Характеристика гидрохимического режима канала Ертис-Караганда. Сообщение 1. Минерализация, ионный состав, растворенные газы, значения рН.	130
Е.Ж. Муртазин, А.У. Ортбаева	
Комплексная оценка качества воды р. Есиль.	137
А.Х. Ахмеджанов, А.Н. Искаков, Т.К. Караданов	
Применение космических данных для оценки направления распространения продуктов сжигания нефтяного попутного газа в атмосфере.	144
Ж.Д. Достай, А.Д. Тажекова	
Факторы, влияющие на загрязнение воздушного бассейна Шымкентского промышленного центра.	150
А.П. Шапов	
Моделирование трансграничного выноса загрязняющих веществ от высотных источников.	159
А.К. Кадыркулов	
Природные ландшафты Атбаши-Каракоюнской долины и их антропогенные модификации.	171
Б.С. Жаманбаев	
Мелиоративті-экологиялық қауіпсіз, су тапшылығына бейім, топырақ ішінен суару жүйесін Қазақстанның агроөнеркәсіп кешеніне енгізу.	182
Ж.М. Жаппарова	
Оценка состояния Карасайского полигона твердых бытовых отходов (Алматинская область).	195
Ж.Д. Достай, Д.А. Үмітбаева	
Шығыс қазақстанның табиғат зоналарындағы астық дақылдарының орналасуының геоэкологиялық ерекшеліктері. ...	201
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
А.Б. Калелова, Т.Г. Царева	
О состоянии окружающей среды Республики Казахстан в первом полугодии 2007 года.	208
ХРОНИКА	
К 85-летию Национальной гидрометеорологической службы Казахстана.	217
К 75-летию видного ученого-гидролога Абая Абдурахмановича Турсунова.	223
Бурлибаев Малик Жолдасович (к 50-летию со дня рождения). ...	226

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

K.T. Eleuova	
Research of the cyclic fluctuations in the meteorological time series of an average annual air temperature.	7
A.V. CHerednichenko	
Cloudiness and precipitation dynamics at the Caspian sea eastern coast according to the meteorological radar.	19
S.G. Safarov	
Thunderstorm activity in the Azerbaijan territory.	44
X.I. Dessyatova	
The peculiarities of solar radiation inflow to the Kazakhstan's area in April.	55
Y.N. Baimukanov, N.H. ZHarkeev	
The changes of the agroclimatic conditions for the spring grain-crops cultivation in the Priuralie.	62
B.O. Baimagambetov	
Concerning the basing possibility of the mudflow danger warning service improvement.	72
V.V. ZHDanov	
An ice formations increase - the weather conditions' relation in the Ileysky Ala Tau northern slope rivers.	79
S.K. Davletgaliyev	
Estimated accuracy of the distribution curves' parameters of the Ural-Emba area annual runoff rivers.	85
G.K. Ismailova, K.T. Narbayeva, M.T. Narbayev, T.I. Narbayev	
Probability location of seasonal runoff regulation in the water resource complex use.	94
ZH.D. Dostay, D.A. Musabayeva	
The channel processes as the factor of the geosystems' development intrasystem organization.	100
A.A. Abduramanov, E.E. Tungishbaev, N.A. Abduramanov	
About vortex hydraulic elevators.	106
M.H. Sarsenbaev, M.G. Bazhenov, S.R. ZHanpeisova	
Using of the hydrology methods in the social-economical researches.	114

S.M. Romanova	
Characteristic of the Ertis – Karaganda channel hydrochemical regime. Message 1. Mineralization, main ions, dissolve gases, pH value.	130
YE. Murtazin, A. Ortbayeva	
Integrated assessment of the Esil River water quality.	137
A.KH. Akhmedzhanov, A.N. Iskakov, T.K. Karadanov	
The space data application for a distribution direction in an atmosphere of the burning products oil passing gas assessment.	144
ZH.D. Dostay, A.D. Tazhekova	
The factors which influence to SHymkent urban-industrial environment pollution.	150
A.P. SHapov	
Modelling of polluting substances' transboundary carryover from the high-altitude sources.	159
A.K. Kadyrov	
The Atbashi-Karakoyunskaya valley natural landscapes and their antropogenic modifications.	171
B.S. ZHambayev	
Ecologically safe system adaptation of an intrasoil irrigation in the Kazakhstan.	182
ZH.M. ZHapparova	
Condition assessment of the Karasay municipal solid waste landfill polygon (Almaty region).	195
ZH.D. Dostay, D.A. Umutbayeva	
The geoecological features of the grain crops' planting allocation at the East Kazakhstan native zones.	201
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
A.B. Kalelova, T.G. TSareva	
Environmental pollution condition of the Republic of Kazakhstan in first half-year 2007.	208
CHRONICLE	
To Kazakhstan's National Hydrometeorological Service 85-anniversary. .	217
By Prof. Abay Tursunov's 75-anniversary, prominent scientist-hydrologist	223
Prof. Malik Burlibayev (to 50-anniversary from the birthday).	226

УДК 551.582.2

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДАХ СРЕДНЕЙ ГОДОВОЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА**

К.Т. Елеуова

По данным метеостанций Западно-Казахстанской области исследованы ряды средней годовой температуры воздуха с помощью автокорреляционного, гармонического и спектрального анализов для выявления периодических флуктуаций и выделения основных спектров.

Выявление циклических колебаний в климатологических рядах имеет важное практическое значение. При исследовании цикличности в метеорологических рядах чаще всего используются методы скользящих средних, интегрально-разностных кривых, автокорреляции, спектрального анализа. В данной работе исследованы ряды наблюдений средней годовой температуры воздуха для получения характеристик цикличности на трех метеостанциях Западно-Казахстанской области.

1 АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ

Любой временной ряд имеет определенную структуру, которая складывается из следующих основных компонентов [5]:

- трендовой компоненты, характеризующей основную тенденцию уровней ряда;
- циклической или периодической компоненты, характеризующей циклические или периодические колебания изучаемого явления;
- случайной компоненты, которая является результатом воздействия множества случайных факторов

Для выявления структуры ряда строят автокорреляционную функцию. Дело в том, что при наличии во временном ряде трендовой и циклической компоненты значения последующего уровня зависят от предыдущих. Автокорреляция уровней ряда – корреляционная связь между последовательными уровнями одного и того же ряда динамики, сдвинутыми на определенный промежуток времени L – лаг, то есть связь между рядами: $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n+L}$ и $X_{1+L}, X_{2+L}, \dots, X_n$, где L – положительное число.

Автокорреляция может быть измерена коэффициентом автокорреляции:

$$r_{t,t-L} = \frac{\overline{X_t \cdot X_{t-L}} - \overline{X_t} \cdot \overline{X_{t-L}}}{\sigma_t \cdot \sigma_{t-L}}, \quad (1)$$

где $\overline{X_t \cdot X_{t-L}} = \frac{\sum (X_i \cdot X_{i-L})}{n-L}$, $\overline{X_t} = \frac{\sum X_i}{n-L}$ – средний уровень ряда $(X_{1+L},$

$X_{2+L}, \dots, X_n)$, $\overline{X_{t-L}} = \frac{\sum X_{i-L}}{n-L}$ – средний уровень ряда $(X_1, X_2, \dots, X_{n-L})$,

σ_t, σ_{t-L} – среднее квадратическое отклонение, для рядов $(X_{1+L}, X_{2+L}, \dots, X_n)$ и $(X_1, X_2, \dots, X_{n-L})$ соответственно.

Лаг определяет порядок коэффициентов автокорреляции. Если $L = 1$, то имеем коэффициент автокорреляции 1-го порядка $r_{t,t-1}$, если $L = 2$, то коэффициент автокорреляции 2-го порядка и так далее. Следует учитывать, что с увеличением лага на единицу число пар значений, по которым рассчитывается коэффициент автокорреляции, уменьшается на единицу. Поэтому рекомендуется рассчитывать максимальный порядок коэффициента автокорреляции, равный $n/4$. Рассчитав несколько коэффициентов автокорреляции, можно определить лаг (L), при котором автокорреляция ($r_{t,t-L}$) наиболее высокая, выявив тем самым структуру временного ряда. Если наиболее высоким оказывается значение $r_{t,t-1}$, то исследуемый ряд содержит только тенденцию. Если наиболее высоким оказался $r_{t,t-L}$, то ряд содержит (помимо тенденции) колебания с периодом L .

Коэффициент автокорреляции может принимать значения от -1 до +1, он уменьшается по своей абсолютной величине по мере ослабления линейной корреляционной связи. Однако, всегда следует осторожно относиться к заключениям, основанным на значении коэффициента корреляции. В некоторых случаях нельзя категорически говорить о наличии зависимости даже при $|r| \geq 0,9$, если она не может быть объяснена физическими соображениями. Отсутствию корреляционной связи соответствует $|r| \approx 0$.

Согласно методическим указаниям Н.В. Кобышевой [3] по статистической обработке метеорологических рядов надо учитывать следующие обстоятельства:

1) При нормальном распределении с вероятностью 95 % можно утверждать, что коэффициенты корреляции значимы (т.е. связь существует) при следующих значениях r и длине ряда (табл. 1):

Таблица 1

Статистически значимые значения коэффициента автокорреляции r , в зависимости от длины временного ряда

Длина ряда, N	15	30	100	170
Коэффициент корреляции, r	0,42	0,36	0,20	0,15

2) Если ни один из $r_{t,t-L}$ ($l = 1, L$) не является значимым, можно сделать одно из двух предположений:

- либо ряд не содержит тенденции и циклических колебаний, а его уровень определяется только случайной компонентой;

- либо ряд содержит сильную нелинейную тенденцию, для выявления которой нужно провести дополнительный анализ.

3) Автокорреляция может быть как положительной, так и отрицательной:

- положительная автокорреляция означает постоянное в одном направлении действие факторов на результат;

- отрицательная автокорреляция означает разнонаправленное действие факторов на результат, что приводит к отрицательной корреляции между последовательными значениями случайной составляющей.

Для изучения структуры временного ряда средней годовой температуры воздуха были рассчитаны коэффициенты автокорреляции по данным метеостанций (М) Уральск, Аксай и Чапаево за период с 1947 по 2005 гг.

Основное требование использования вышеизложенной методики – это наличие качественных непрерывных наблюдений за температурой воздуха, проверенных на однородность. Коэффициенты автокорреляции с 1 по 15 порядок были рассчитаны для каждой из трех станций по рядам средней годовой температуры воздуха (табл. 2). Таким образом, были получены автокорреляционные функции, представляющие временные ряды коэффициентов автокорреляции, состоящие из 15 членов.

Таблица 2

Коэффициенты автокорреляции средней годовой температуры воздуха за период 1947...2005 гг.

	r		
	Уральск	Чапаево	Аксай
1	0,18	0,26	0,19
2	0,12	0,16	0,11
3	-0,03	0,02	-0,02
4	0,22	0,27	0,24
5	0,07	0,16	0,07

	<i>r</i>		
	Уральск	Чапаево	Аксай
6	0,10	0,17	0,13
7	0,08	0,09	0,08
8	0,12	0,11	0,10
9	0,30	0,27	0,24
10	0,19	0,16	0,20
11	-0,05	0,00	-0,16
12	-0,05	-0,03	-0,11
13	0,03	0,04	-0,02
14	0,08	0,06	0,13
15	0,02	0,06	0,03

Временные ряды годовой температуры воздуха были проверены на нормальность распределения членов ряда. Получено, что в пределах $\pm 2\sigma$ лежит примерно 95 % наблюдений. Поэтому о значимости коэффициентов автокорреляции можно судить по табл. 1, согласно которой при длине ряда 30...100 лет коэффициент автокорреляции считается значимым при значениях от 0,20 до 0,36 [3].

На рис. 1...3 представлены коррелограммы, которые выражают зависимость между коэффициентом автокорреляции и периодом запаздывания.

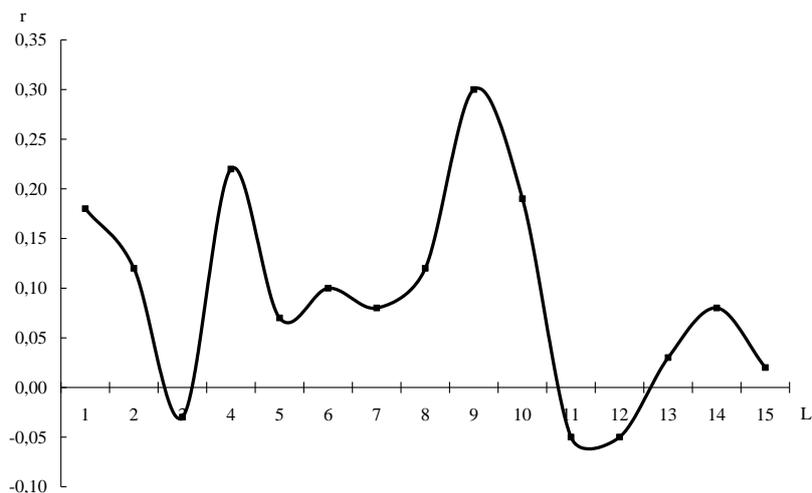


Рис. 1. Коррелограмма средней годовой температуры воздуха на М Уральск.

В рядах средней годовой температуры воздуха по данным всех трех метеостанций выявлена тенденция к потеплению, которая статистически значима или близка к ней ($r_{t,t-L} \approx 0,18...0,26$). Отмечаются 4-летние циклы ($r_{t,t-L} \approx 0,22...0,27$), и 9-летние циклы ($r_{t,t-L} \approx 0,24...0,30$). Графики

автокоррелограммы на всех станциях идентичны, что еще раз подтверждает их статистическую значимость.

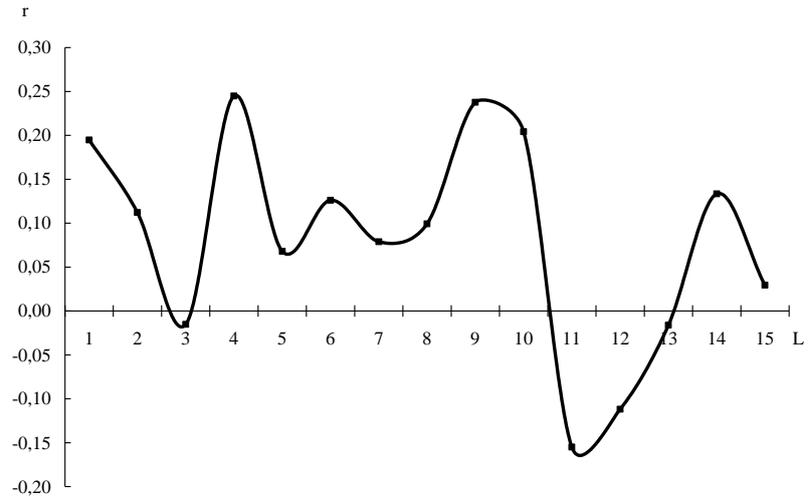


Рис. 2. Коррелограмма средней годовой температуры воздуха на М Аксай.

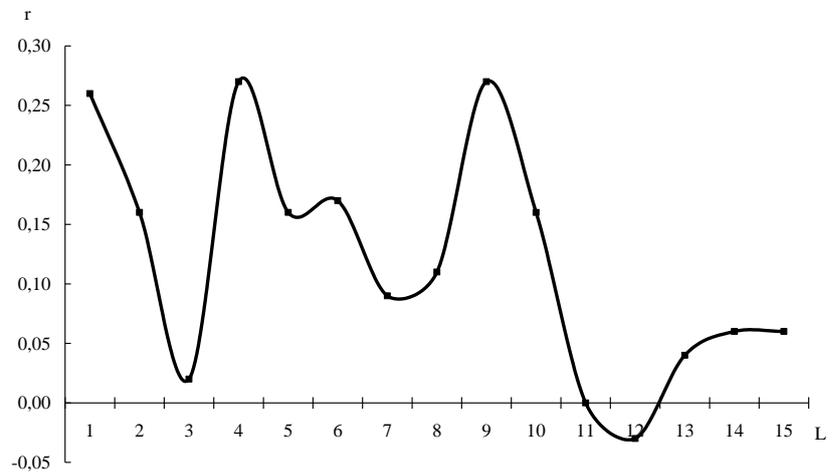


Рис. 3. Коррелограмма средней годовой температуры воздуха на М Чапаево.

2 ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Для исследования периодических флуктуаций также можно использовать гармонический анализ или анализ Фурье [7]. Его суть заключается в следующем: исходя из основных принципов математического анализа, любую функцию, заданную в каждой точке интервала, можно представить бесконечным рядом синусоидальных и косинусоидальных функ-

ций (гармоник). Такой ряд называется рядом Фурье, а метод нахождения функций анализом Фурье:

$$X = \bar{X} + A_1 \sin\left(\frac{360^\circ}{P}t\right) + B_1 \cos\left(\frac{360^\circ}{P}t\right) + A_2 \sin\left(\frac{360^\circ}{P}2t\right) + B_2 \cos\left(\frac{360^\circ}{P}2t\right) + \dots \quad (2)$$

Методика данного расчета состоит из следующих этапов.

1 этап – расчет коэффициентов A_i и B_i приведенного ряда по формулам:

$$A_i = \frac{2}{N} \sum \left[X \sin\left(\frac{360^\circ}{P}it\right) \right], \quad (3)$$

$$B_i = \frac{2}{N} \sum \left[X \cos\left(\frac{360^\circ}{P}it\right) \right]. \quad (4)$$

Далее применяя коэффициенты и зная среднее значение ряда наблюдений, можно получить необходимое количество гармоник. Амплитуда i -той гармоники, рассчитывается по формуле:

$$C_i = \sqrt{A_i^2 + B_i^2}. \quad (5)$$

Доли общей дисперсии, учитываемые различными гармониками, рассчитываются по формуле:

$$D_i = \frac{C_i^2}{2\sigma^2}, \quad (6)$$

где σ^2 – полная дисперсия ряда наблюдений.

Можно ограничиться двумя или тремя гармониками, исходя из значения дисперсии каждой гармоники. Например, если первая гармоника учитывает 30 %, вторая 50 %, а третья 15 % дисперсии, то объединение трех гармоник объяснит 95 % изменений временного ряда. Так как все гармоники не коррелируют между собой, то никакие две гармоники не будут учитывать одну и ту же часть дисперсии переменной. Другими словами, дисперсии, учитываемые различными гармониками, можно складывать.

Был произведен анализ Фурье рядов средней годовой температуры воздуха на метеостанциях Аксай, Уральск и Чапаево, вычислена дисперсия для каждой из пятнадцати гармоник (табл. 3).

На рисунке 4 изображены отдельные гармоники, каждую из которых можно рассматривать как независимый объект и объяснять разными физическими причинами.

Таблица 3

Дисперсия гармоник климатических индексов термического режима по
М Аксай, М Уральск и М Чапаево за период 1947...2005 гг.

Гармоника	Период	Дисперсия по станциям, %		
		Уральск	Аксай	Чапаево
1	60	9,9	7,4	8,4
2	30	5,3	5,0	7,8
3	20	8,9	12,0	11,2
4	15	1,3	1,0	1,9
5	12	0,0	0,8	1,5
6	10	4,6	3,7	4,1
7	8	6,9	6,0	4,3
8	7	4,5	6,2	5,5
9	7	0,1	0,1	0,2
10	6	2,9	3,9	2,2
11	5	5,0	4,0	5,7
12	5	0,5	0,3	0,5
13	5	7,6	7,2	8,2
14	4	0,0	0,8	1,5
15	4	1,3	1,0	1,9

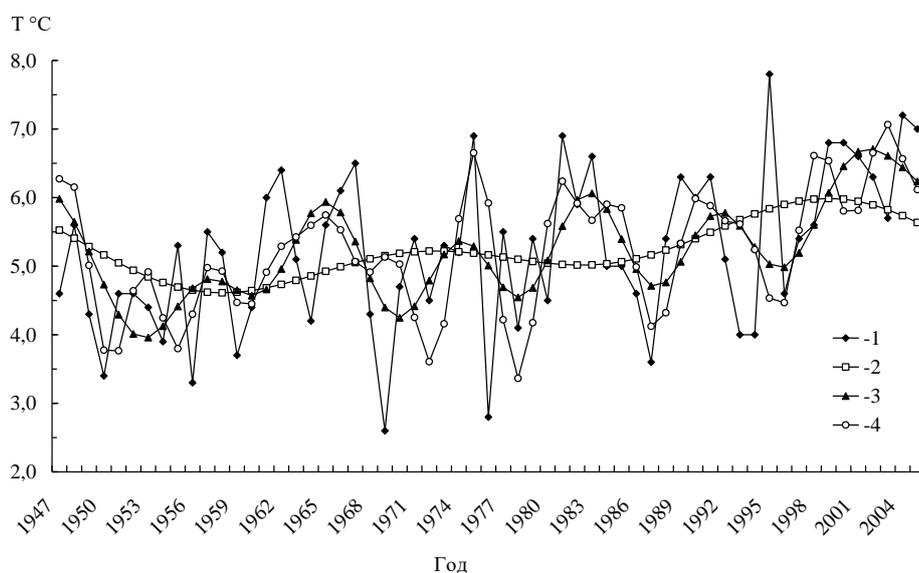


Рис. 4. Временной ряд средней годовой температуры воздуха и гармоники.
1 – $T_{ср.}$; 2 – 1 гармоника (период 60 лет); 3 – 2 гармоника (период 30 лет);
4 – 3 гармоника (период 20 лет).

Таким образом, получены следующие результаты:

- 1) 1-ая гармоника с периодом ≈ 60 лет, характеризующая общую тенденцию ряда на всех исследуемых станциях, имеет значимую дисперсию от 7,4 до 9,9 %;
- 2) 2 гармоника с периодом 30 лет, статистически значима, дисперсия от 5,0 до 7,8 %;
- 3) 3 гармоника с периодичностью 20 лет с дисперсией от 8,9 до 12,0 статистически значимее, чем две предыдущие по отдельности;
- 4) гармоники 6...8 с периодичность 7...10 лет, статистически значимы, суммарная дисперсия от 13,9 до 16,0 %;
- 5) также существенна периодичность 4...5 лет, объединяющая дисперсию от 11,2 до 13,9 %.

Первые три гармоники указывают на наличие колебаний длинных периодов температурного режима. Причиной могут являться различные факторы глобального масштаба. Температурные волны этого рода охватывают большие периоды, что выражается в общем потеплении или похолодании на Земле. Исследования позволили получить следующие результаты: сумма дисперсии, объясняемая этими гармониками, объединяет от 24,1 до 27,4 % общей дисперсии временного ряда средней годовой температуры, что существенно. Это указывает на наличие устойчивой тенденции в изменении средней годовой температуры, обусловленной крупномасштабными процессами системы Земля – Атмосфера, которые связаны как с естественной изменчивостью климата, так и с антропогенным фактором, нагревающим атмосферу.

Средние по периодичности колебания, 7...10 лет, температурного режима Земли можно объяснить циклами солнечной активности. Явления, происходящие на Солнце в виде факелов, флюкулов, протуберанцев и пр., тесно связанные между собой, к сожалению недостаточно изучены. Однако длительные наблюдения за солнечными пятнами показали, что число и степень их развития не остаются постоянными, а изменяются из года в год с периодом около 11 лет. Периодические изменения числа солнечных пятен сопровождаются такими же периодическими изменениями и в интенсивности развития других из названных явлений. Это свидетельствует о том, что в активности физических процессов на Солнце имеет место указанная 11-летняя цикличность. Величина цикла в 11 лет является лишь средней и в отдельных случаях изменяется в достаточно широких пределах от 7 до 17 лет [6].

Хотя колебания общего солнечного излучения в широком диапазоне длин волн незначительны (в пределах 1 % этой величины), изменения сол-

нечной активности нередко оказывают влияние на различные процессы в атмосфере и климат Земли. Так, по-видимому, изменения магнитного поля, связанные с изменениями границ солнечного ветра, сказываются на тропосферной циркуляции, изменения активности Солнца в масштабе единиц и десятков лет могут влиять на появление и интенсивность засух в различных частях земного шара [2]. Это также может объяснить наличие короткопериодных колебаний 4...5 лет, связанных со сменой региональных типов синоптических процессов, где периодически, раз в 4...5 лет наблюдается засуха.

3 СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

В данной части статьи приведены результаты спектрального анализа путем приложения одного из типов гармонического анализа к автокорреляционной функции средней годовой температуры воздуха.

Оценку спектра можно вычислить следующим образом [5]:

- вначале определить автокорреляционные коэффициенты для величин запаздывания от 0 до L , сформировать исследуемый ряд автокорреляционной функции;

- далее провести гармонический анализ полученного ряда (достаточно оценить 1-ую гармонику);

-коэффициенты усредняются с помощью скользящего среднего.

В полученном сглаженном ряде наибольшая осредненная величина коэффициента корреляции соответствует основному спектру временного ряда. По данным были рассчитаны коэффициенты автокорреляции до 15 порядка. В результате автокорреляционная функция состоит из 15 членов ряда. Затем была выделена 1-ая гармоника, вклад которой в общую дисперсию составляет от 12,0 до 22,9 % (табл. 4).

Таблица 4

Доля общей дисперсии 1-ой гармоники автокорреляционной функции (с 1 до 15 порядка) средней годовой температуры воздуха за период 1947...2005 гг., %

Гармоника	Уральск	Аксай	Чапаево
1	12,0	15,3	22,9

На рис. 5 показан спектр, полученный с помощью гармонического анализа автокорреляционной функции. Спектр (стрелка) указывает, что значительная часть дисперсии временного ряда средней годовой температуры воздуха приходится на 5-летние циклы.

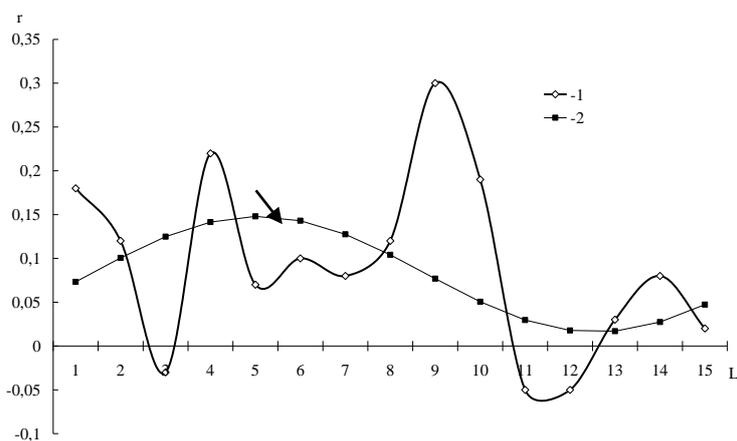


Рис. 5. Спектр годовой температуры воздуха.

Циклические компоненты коротко- и длиннопериодных колебаний отмечают наличие периодов 30-ти, 20-ти, 7...10-ти и 4...5-ти летних флуктуаций в исследуемых рядах среднегодовых температур. Они объясняются сменой циркуляционных эпох, хотя считается, что на значениях средней годовой температуры подобного рода периодичность выявить сложно.

В данной работе были определены трендовые, циклические и периодические компоненты, их вклад в общую дисперсию временного ряда. Анализ показал, что по трем метеостанциям Западно-Казахстанской области обнаруживается повышение среднегодовых температур. Климат исследуемого региона, как и всей планеты, стал более изменчив, причинами тому могут быть факторы как глобального, так и регионального характера.

Основная трендовая компонента иллюстрирует потепление, которое представлено в статье С.А Долгих в обзоре изменений климата на территории Казахстана за прошедшее столетие по данным одиннадцати длиннорядных метеостанций [1].

Солнечные экстремальные события (мощные вспышки и выбросы коронарной массы) воздействуют на магнитосферу, ионосферу и тропосферу, вызывая магнитосферную, ионосферную возмущенность и магнитные бури. Тропосферная реакция на солнечные экстремальные события должна быть выражена в изменении типов циркуляции, отражающих ввод энергии в верхнюю и нижнюю атмосферу Земли.

Как следует из работ Н.К. Кононовой по мониторингу циркуляции атмосферы северного полушария, с 1899 г. по настоящее время сменились три циркуляционные эпохи: две меридиональные (с 1899 по 1915 гг. и с

1957 г. по настоящее время) и одна зональная (1916...1956 гг.) [4]. В первую эпоху преобладание северных меридиональных процессов сопровождалось похолоданием в северном полушарии. В начале новой меридиональной эпохи рост продолжительности северных процессов также сопровождается похолоданием, а период быстрого роста южных (с 1981 г.) отмечен новым потеплением. На основании чего делаем вывод, что с 1947 по 1956 гг. на территории Западно-Казахстанской области преобладали зональные процессы, а с 1957 г. по настоящее время – меридиональные, причем период 1957...1980 гг. – меридиональные процессы по северному типу, а начиная с 1981 г. – по южному.

Таким образом, в рядах средней годовой температуры воздуха по данным автокорреляционной функции на всех трех метеостанциях Западно-Казахстанской области выявлена тенденция к потеплению, которая значима или близка к ней, выявлены 4...9-летние циклы. Гармонический анализ показал наличие тенденции к потеплению с общей долей дисперсии 7,4... 9,9 %, колебания с периодом 20...30 лет имеют долю дисперсии 5,0...7,8 % (30 лет) и 8,9...12,0 (20 лет).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. –Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 367 с.
3. Кобышева Н.В., Гольберг М.А. Методические указания по статистической обработке метеорологических рядов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 85 с.
4. Кононова Н.К. Мониторинг циркуляции атмосферы северного полушария в XX – начале XXI в. // Тезисы стендовых докладов международной конференции по проблемам гидрометеорологической безопасности – 2006. – С. 36.
5. Пановский Г.А., Брайер Г.В. Статистические методы в метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 241 с.
6. Тверской П.Н. Курс метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 586 с.
7. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – 304 с.

РГП «Казгидромет», г. Уральск

**ОРТАША ЖЫЛДЫҚ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ
МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАТАРЫНДАҒЫ ЦИКЛДІК
ТЕРБЕЛІСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ**

К.Т. Елеуова

Батыс Қазақстан облысының метеостансалық мәліметтері бойынша кезеңдік флуктуацияны анықтау және негізгі спектрлерді бөлу үшін автоматтандырылған үйлесушілік және спектральді талдаулар орнылы орташа жылдық ауа температурасының қатары зерттелді.

УДК 551.(501.8 + 577.54)

**ДИНАМИКА ОБЛАЧНОСТИ И ОСАДКОВ У ВОСТОЧНОГО
ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РАДИОЛОКАТОРА**

Канд. геогр. наук А.В. Чередниченко

Построены карты-схемы пространственного распределения повторяемости осадков и облачности для срединных месяцев сезонов в зоне наблюдений метеорологического радиолокатора (МРЛ) Шевченко. Показано, что облачность региона чутко реагирует не только на орографию, но и на перепады глубин наблюдаемой акватории. Оценено влияние моря на облачность и осадки восточного побережья. Основой для оценки влияния были взяты отношения повторяемости облачности, осадков и радиолокационной отражаемости над сушей и над морем. Получены количественные характеристики такого влияния. На этой основе было рассчитано несколькими способами предполагаемое количество осадков над морем, которое в целом за год оказалось больше, чем над сушей.

Оценка влияния морей и крупных водохранилищ на прилегающую территорию все еще исследована слабо. Одной из причин является, как правило, отсутствие регулярных метеорологических наблюдений над акваториями. В результате, несмотря на то, что метеорологические данные для суши имеются в достатке, их не с чем сравнивать.

Исключительно ценными в этом аспекте являются данные наблюдений метеорологических радиолокаторов (МРЛ), установленных на побережье. Такие МРЛ обеспечивают одновременные наблюдения за облачностью и осадками как над морем, так и над сушей на расстояние до 300 км. Однако данные достаточной полноты обычно в зависимости от сезона года удается собрать до расстояния 180...240 км [9]. При этом возможности радара по обнаружению облачности после 100 км постепенно уменьшаются, что сильно затрудняет статистическую обработку данных [2, 5, 6, 9, 10]. Снижение этих возможностей происходит одинаково как в направлении моря, так и в направлении суши, что существенно облегчает задачу сравнения результатов, получаемых над акваторией и над сушей.

Метеорологический радар станции Шевченко (ныне Актау) был установлен на восточном берегу Каспийского моря практически у уреза воды на территории одноименного морского порта. В течение нескольких лет в конце восьмидесятых годов он успешно эксплуатировался и был накоплен материал наблюдений за этот период. Позже его работа была остановлена в связи экономическими проблемами, а затем он был демонтирован. Представляет большой интерес обобщить накопленные данные, чтобы расширить наши знания о распределении облачности и осадков в бурно развивающемся регионе и, в частности, попытаться оценить влияние моря на процессы облако- и осадкообразования. Из литературы известно, что именно у восточных побережий морей влияние последних наиболее заметно [3, 4 и др.].

Рассмотрим пространственное распределение осадков и облачности всех типов в зоне наблюдения МРЛ. Отметим некоторые особенности региона наблюдений, которые прямо или косвенно могут влиять на пространственно-временную динамику осадков и облачности.

На рисунке 1 представлена карта-схема региона в масштабе – сторона квадрата равна 30 км. В виде окружностей с центром в точке установки МРЛ нанесены линии равных удалений. МРЛ дает пространственное распределение облачности и осадков именно в таком масштабе, представляя данные по квадратам 30×30 км [9]. Как можно видеть на рисунке 1, мало изрезанная береговая линия в районе Актау проходит примерно с юго-востока на северо-запад. В 120...130 км к северо-востоку она огибает полуостров Тюб-Караган (район Форт-Шевченко) и поворачивает к северо-востоку. На этом участке береговая линия изрезана сильно, имеются мелкие глубокие заливы, а в море – острова. К юго-востоку от Актау, тоже на расстоянии 120...130 км, расположен Казахский залив и береговая линия поворачивает здесь сначала к востоку-юго-востоку, а затем – к югу.

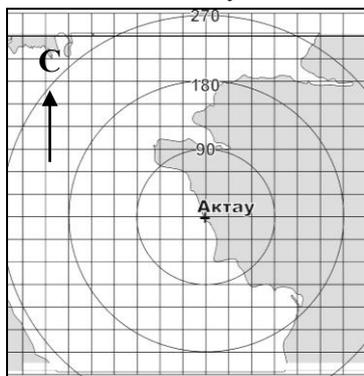


Рис. 1. Схема побережья Каспийского моря у Актау и зона наблюдения МРЛ.

По особенностям морфологии и распределения глубин Каспийское море делят на три части: Северную, мелководную, где глубины не превышают 10 м, Центральную или Среднекаспийскую глубокую, где в районе Дербентской впадины глубины достигают 780 м, и Южнокаспийскую, еще более глубокую до 1025 м [1]. Граница между Северной и Центральной частями проходит примерно на широте Форта Шевченко. Северная часть моря замерзает на несколько месяцев и линия кромки льда тоже проходит по широте Форта Шевченко или несколько севернее.

МРЛ Шевченко расположен у восточного побережья Среднекаспийского бассейна. Дербентская впадина расположена к юго-западу от Актау, однако во всей этой части моря глубины большие и начинаются они практически от берега. Сам берег моря обрывистый, высокий, до 40...50 м над урезом воды. Примыкающая к морю суша представляет собою практически не всхолмленную равнину. Только на расстоянии 80...120 км к востоку расположена возвышенность с высотами около 200 м, ориентированная параллельно берегу моря. В 100 км к северо-востоку расположены горы Мангыстау с высотами до 650 м, которые ориентированы одинаково с полуостровом Тюб-Караган. Описанные выше особенности орографии и моря должны как-то влиять на облако- и осадкообразование, и проявляться в динамике и пространственном распределении изучаемых явлений.

Механизм влияния водоема на осадки в умеренных широтах заключается в следующем. В начале теплого периода суша прибрежной территории прогревается быстро, а вода в прилегающем водоеме – медленно. В результате длительное время температура поверхности воды остается ниже, чем температура поверхности суши. Поэтому водные поверхности отрицательно влияют на развитие процессов осадкообразования, повышая устойчивость проходящих над ними воздушных масс, стимулируют развитие в них нисходящих движений, т.е. процессы диссипации облачности. Определенное отрицательное влияние на образование осадков оказывает и слабое по сравнению с сушей развитие турбулентности над водой, обусловленное малой шероховатостью водной поверхности [3, 4, 7 и др.].

Во вторую часть теплого периода и в первую холодную часть года более теплая поверхность водоема активизирует восходящие движения и облакообразование. Испарение при этом, особенно к концу лета, заметно увеличивается по сравнению с началом теплого периода, что тоже должно способствовать осадкообразованию.

Некоторые авторы [3, 4] указывают еще на один эффект – значительно меньшее испарение с поверхности воды, чем с поверхности суши по двум причинам: из-за относительно низкой температуры поверхности воды и из-за того, что относительная влажность над водой заметно выше, чем над сушей.

Рассмотрим, как вышеперечисленные закономерности проявляются в нашем регионе в разные сезоны года. Для анализа динамики и пространственного распределения облачности и осадков были использованы данные наблюдений МРЛ Шевченко за срединные месяцы сезонов 1978...1980 гг. за все восемь сроков наблюдений. Выбранный период наблюдений является наиболее качественным и полным, а также последним, после чего МРЛ демонтирован.

При статистической обработке вычислялись суммарные, а затем средние повторяемости осадков и облачности для каждого из сроков и квадратов наблюдений 30×30 км. Аналогично рассчитывалась средняя повторяемость облачности с разной высотой верхней границы.

Поскольку чувствительность МРЛ не зависит от направления, а только от расстояния [9], то среднюю повторяемость и облачности, и осадков, в квадратах, расположенных на одинаковом расстоянии от МРЛ, можно сравнивать, выделяя области экстремумов. Сама форма зоны с данными, т.е. степень ее эллиптичности и положения большей оси, тоже являются информативными характеристиками. Информативным является так же фактический радиус обнаружения облачности и осадков.

В то же время, из-за снижения возможностей МРЛ с расстоянием, особенно после 100...120 км, сравнение повторяемостей вдоль радиуса от МРЛ не корректно. Существуют методы выравнивания (восстановления) повторяемостей на основе изучения закона распределения облачности в ближней зоне [10]. Однако здесь существует все еще ряд неопределенностей, что вынудило нас воспользоваться исключительно первичными характеристиками. Необходимые данные для выравнивания, если бы это потребовалось, в работе содержатся.

Поскольку главной нашей задачей было именно получение первичных надежных данных, мы воздержались на данном этапе от их анализа с применением серьезного математического аппарата как это сделано в работах [5, 6 и др.]. Средние величины повторяемостей были представлены в виде карт-схем и таблиц, чтобы сделать данные доступными и облегчить процесс анализа.

Пространственное распределение облачности

Рассмотрим сначала в общих чертах, как по отношению к МРЛ распределяется облачность в срединные месяцы сезонов.

Январь. Основное количество зафиксированной облачности расположено в радиусе 90...120 км от МРЛ. К северу облачность наблюдалась на расстоянии до 90 км, а в других направлениях до 120 км и более (рисунок 2). Территория, занятая облачностью всех типов, несколько вытянута с северо-запада на юго-восток, причем воображаемая большая ось этого эллипса не параллельна генеральному положению береговой линии, а сдвинута по отношению к ней ближе к положению запад – северо-запад – восток – юго-восток. Имеется, кроме того, ряд частных особенностей. Так, на расстоянии 45...75 км к западу-юго-западу, в море, где располагается ориентированная к северу узкая ложбина Дербентской впадины, очерченная изобатой 200 м, отмечается область повышенной повторяемости облачности (квадраты со значениями повторяемости 25 и 15 случаев). Повышенная повторяемость отмечается также в направлении к юго-востоку в 50 км от МРЛ у побережья (квадраты с повторяемостью 18), и к юго-востоку (квадраты с повторяемостью 6), а также к северо-северо-востоку в 45 км (квадраты с повторяемостью 7). Можно уловить ряд других второстепенных особенностей в распределении повторяемости облачности, на которых мы не останавливаемся. Главные же особенности: преимущественное расположение облачности южнее широты МРЛ и наличие области высокой повторяемости над морем южнее широты МРЛ имеют объяснение.

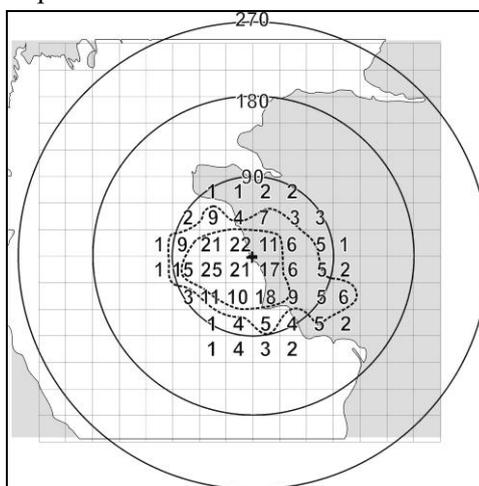


Рис. 2. Пространственное распределение средней повторяемости облачности в январе по квадратам 30×30 км.

облачности над сушей, особенно в районах гор и возвышенностей, вдоль побережья к юго-востоку от МРЛ.

Появление конвективной облачности в апреле способствовало тому, что зона обнаружения облаков существенно расширилась по сравнению с январем во всех направлениях. Только над Северной частью моря условий для формирования облачности, особенно кучево-дождевой, еще не наблюдается.

Июль. Площадь, занимаемая радиоэхо облачности в этом месяце, самая обширная. Она простирается к западу и востоку от МРЛ на 180 км, к югу – на 210 км и к северу на 240 км (рисунок 4).

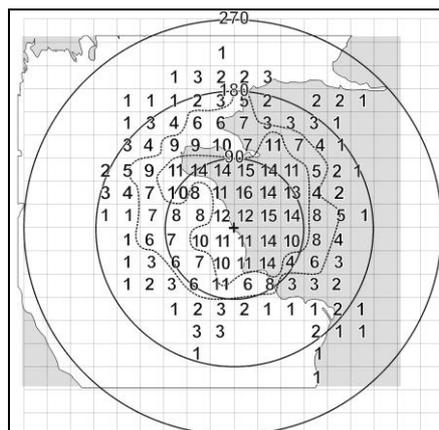


Рис. 4. Пространственное распределение средней повторяемости облачности в июле по квадратам 30×30 км.

Область повышенных значений её повторяемости над морем сдвинулась к северу (она на северо-западе от МРЛ) в сторону воды с наиболее высокой температурой. В июле температура воды в северной части моря самая высокая или близка к ней. Это происходит потому, что, площадь этой части моря велика, а объем воды небольшой из-за малых глубин.

Это способствует интенсивной конвекции и испарению, что мы и наблюдаем по самому большому числу повторяемости облачности именно над мелководной частью моря у побережья полуострова Тюб-Караган. К югу от МРЛ повторяемость облачности тоже высокая, но она мало отличается от ее повторяемости в апреле.

Отношение повторяемости облачности севернее широты МРЛ к облачности южнее МРЛ в этом сезоне составляет 1,9, т.е. севернее МРЛ радиоэхо облачности наблюдалось в 2 раза больше, чем южнее его. То, что большое число случаев облачности наблюдается за пределами 100 км, ука-

Сравнительный анализ

Выполним теперь сравнительный анализ распределения повторяемости осадков и облачности для срединных месяцев сезонов и попытаемся оценить некоторые характеристики количественно.

Север – юг. В таблице 1 представлено распределение осадков и облачности по принципу севернее или южнее широты МРЛ. Это распределение дано в виде отношения числа квадратов, занятых осадками (или облачностью) севернее и южнее МРЛ к общему числу квадратов. Это отношение в виде коэффициента является объективной характеристикой повторяемости осадков и облачности на исследуемых территориях. В таблице 1 имеются также данные об общем (среднем суммарном) числе квадратов, занятых осадками или облачностью, для срединных месяцев сезонов.

Таблица 1

Отношение повторяемости облачности и осадков в северной и южной частях зоны наблюдения МРЛ

Осадки			Облачность			Отношение осадки /облачность
общее число случаев	отношение север – юг	коэффициент отношения север – юг	общее число случаев	отношение север – юг	коэффициент отношения север – юг	
138	59/79	0,697	январь 301	116/185	0,627	0,458
160	102/58	1,757	апрель 572	331/241	1,375	0,280
50	31/19	1,630	июль 638	421/217	1,940	0,078
124	59/65	0,909	октябрь 589	292/297	0,982	0,211

Можно видеть, что в динамике распределения и осадков, и облачности имеются определенные закономерности. Величина отношения квадратов с осадками «север – юг» существенно меняется в течение года.

В январе отношение составляет только 0,697, т.е. каждым семи квадратам с осадками севернее МРЛ соответствует десять квадратов с осадками южнее МРЛ. Это наименьшая величина отношения для осадков для срединных месяцев. Среднее число квадратов, в которых наблюдаются осадки в этом месяце, составляет 138.

В апреле количество квадратов с осадками севернее МРЛ оказывается уже больше, чем южнее. Отношение «север – юг» равно 1,757 и является

ся наибольшим для срединных месяцев. Количество квадратов, занятых облачностью тоже возрастает в апреле по сравнению с январем и составляет 160. Это самая большая величина в годовом ходе.

При качественном анализе карты-схемы пространственного распределения облачности в апреле (рисунок 3) мы отмечали, что над северной частью моря облачность не наблюдается. Однако в полосе от МРЛ до широты Форт Шевченко, в районе Мангыстау ее отмечается очень много, особенно над сушей, которая быстро прогрелась. Этому способствовало и высокое влагосодержание воздушных масс весеннего сезона [6] при все еще высоких влагозапасах и высоком испарении с поверхности почвы.

В июле отношение «север – юг» для осадков несколько уменьшается и составляет 1,630. Однако само число квадратов, в которых отмечаются осадки, составляет только 50. Оно практически в три раза меньше, чем в любом другом сезоне. Это несмотря на то, что территория, на которой наблюдалась облачность, наибольшая по сравнению с другими сезонами и превышает радиус в 210...240 км. Число случаев такой облачности тоже велико (638 квадратов). Объяснение такому несоответствию между осадками и облачностью следующее. Радиус устойчивого обнаружения осадков для МРЛ 90...100 км, летом – максимум до 120 км, в то время как кучево-дождевая облачность обнаруживается на расстоянии 210...300 км. Следовательно, осадки, выпадающие над Северной частью моря, не обнаруживаются вовсе, как и осадки, выпадающие в других местах на расстоянии более 100 км. Сказанное выше относится и к другим сезонам года.

В октябре отношение «север – юг» для осадков снижается до 0,909, т.е. повторяемость осадков севернее МРЛ близка к повторяемости южнее него, но все же южнее повторяемость несколько выше. Число квадратов, занятых осадками, в октябре в 2,5 раза выше, чем в июле и составляет 124.

В годовом ходе, наибольшее среднее число квадратов, занятых осадками, имеет место в апреле (160), а наименьшее в июле (50). Число квадратов, занятых осадками в январе, равно 128, а в октябре – 124, т.е. эти повторяемости близки. Отношение повторяемости облачности «север – юг» хорошо коррелирует с соответствующими отношениями для осадков (таблица 1). В январе и апреле отношение «север – юг» для облачности несколько меньше, чем для осадков, а в июле и октябре – больше. В июле и октябре, судя по большому радиусу обнаружения, преобладающей формой облачности, дающей осадки, является кучево-дождевая. В то же время, радиус обнаружения осадков в эти месяцы остается прежним, около

100 км. Отсюда существенное увеличение отношения «север – юг» для облаков по сравнению с осадками.

Рассмотрим теперь отношение числа квадратов, занятых осадками и облаками, по сезонам. В январе, когда конвективной облачности практически не наблюдается, отношение числа квадратов с осадками к числу квадратов с облаками несколько меньше 0,5. К апрелю это отношение уменьшается до 0,28, а в июне оно меньше 0,1. Осадки в июле – редкость даже при наличии облачности, а часть их выпадает за пределами обнаружения, в основном, над морем. В октябре это отношение увеличивается до 0,2. Причина такого годового хода отношения «осадки/облачность» объяснена выше.

Море – суша. Рассмотрим теперь сравнительное распределение осадков над морем и над сушей и их суточный ход. При подсчетах, если береговая линия делила квадрат 30×30 км практически пополам, то повторяемость осадков в этом квадрате делилась поровну между «морем» и «сушей». Во всех остальных случаях, т.е. при неравном делении квадрата, все случаи относились к большей доле, или к морю или к суше. Результаты подсчета повторяемости осадков над морем и над сушей по срокам наблюдений по Гринвичскому времени (которое на 4 часа отстает от местного) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Суточный ход отношения количества осадков над морем и над сушей («море – суша») в срединные месяцы сезонов. Время по Гринвичу

Срок								Суммарное отношение «море – суша» за сутки	Суммарная повторяемость осадков «море + суша»	Коэффициент отношения море – суша
00	03	06	09	12	15	18	21			
январь										
4/1	14/6	26/15	16/11	12/1	12/2	7/3	9/2	100/41	141	2,44
апрель										
6/7	6/11	8/9	13/15	17/18	7/6	8/6	8/11	73/83	156	0,879
июль										
3/1	2/4	0/4	1/9	0/0	0/0	10/13	3/11	19/43	62	0,445
октябрь										
9/8	7/3	3/3	5/5	6/11	8/9	10/17	18/17	66/62	128	1,064

В январе, когда поверхность моря западнее МРЛ открыта и теплая по сравнению с сушей, отношение осадков «море – суша» составляет 2,44, т.е. осадки под морем отмечаются в 2,5 раза чаще чем над сушей.

В апреле суша уже достаточно прогрета, в то время как море все еще остается холодным. Соответственно, отношение осадков «море – суша» равно 0,88, т.е. над сушей осадки.

В июле число квадратов, где отмечаются осадки, резко уменьшается, но все-таки над сушей их в два раза больше, чем над морем, отношение равно 0,04. Это, несмотря на то, что море к этому времени хорошо прогревается, а испарение с поверхности суши почти отсутствует.

В октябре, когда море еще теплое, а суша уже заметно остыла, отношение «море – суша» становится снова в пользу моря – 1,064.

Значительный интерес представляет сравнительный анализ суточного хода осадков над морем и над сушей. Максимум повторяемости осадков над морем и над сушей во все сезоны отмечается одновременно. В январе это срок 6 ч (время по Гринвичу), в апреле – 9, 12 ч, в октябре – 21 ч. Максимум наступает тогда, когда разность температур «море – суша» наибольшая. Действительно в январе суточный ход температуры поверхности воды почти отсутствует, а минимум отрицательной температуры поверхности суши имеет место в утренние часы.

В апреле при незначительном суточном ходе температуры воды время наибольшей разности температур «море – суша» определяется временем наступления максимума температуры поверхности суши. Обычно это наблюдается около 15 ч местного времени (что соответствует времени между сроками 9, 12 ч по Гринвичу) [3, 6]. В октябре море теплее суши, а самые низкие температуры поверхности суши отмечаются в ночное время ближе к утру. Однако, к утру остывает и атмосфера, устойчивость ее заметно повышается. Максимум повторяемости осадков, которые чаще имеют конвективное происхождение, отмечается в 21 ч по Гринвичу, когда разность температур «море – суша» максимальная, но условия для конвекции над водой еще благоприятны.

Несколько выделяется июль. В этом месяце максимумы повторяемости облачности над морем и над сушей по времени тоже совпадают, срок 18 ч по Гринвичу или 22 ч по местному времени. Наибольшая разность температур «море – суша» имеет место ближе к утру. Однако в июле температура подстилающей поверхности и воздуха очень высокие и воздух далек от состояния насыщения влагой. Л.Т. Матвеев отмечает, что в сходных усло-

виях в развитии конвективной облачности (а значит и осадков) в суточном ходе отмечается два максимума в предобеденный период и в предвечерние часы [5]. Это подтверждается нашими исследованиями, когда максимум осадков над морем и над сушей мы наблюдаем в позднее вечернее время. Отсутствие предобеденного максимума объясняется большей сухостью воздуха над морем и сушей и бризом, дующим утром с суши на море, что не способствует облакообразованию, особенно формированию осадков.

Выполним теперь сравнительный анализ облачности над морем и над сушей и рассмотрим ее суточный ход. Данные представлены в таблице 3. Знак отношения «море – суша» для облачности такой же как и для осадков. В январе и октябре повторяемость облачности над морем больше, чем над сушей. Величины отношения 1,19 и 1,34 соответственно. Однако отношение для облачности в январе в два раза меньше, чем для осадков, т.е. доля облачности над сушей больше, чем доля осадков. Облачность, выходя на холодную поверхность суши, теряет способность к осадкам. В октябре наблюдается сходная ситуация, но величина отношения «море – суша» увеличивается по сравнению с его величиной для осадков, т.е. в этом месяце существенно уменьшается и облачность над сушей при ее перемещении с моря.

Таблица 3

Суточный ход отношения количества облачности над морем и над сушей (отношение «море – суша») в срединные месяцы сезонов. Время по Гринвичу

Срок								Суммарное отношение облачности «море – суша» за сутки	Суммарная повторяемость облачности «море – суша»	Коэффициент отношения
00	03	06	09	12	15	18	21			
январь								163/136	299	1,194
6/2	26/14	47/44	35/21	26/13	19/11	15/15	10/3	248/311	559	0,797
апрель								276/352	628	0,783
13/24	29/31	29/57	37/77	40/71	31/35	41/24	22/31	333/248	581	1,342
июль										
32/37	32/19	32/52	37/46	24/32	16/37	41/44	33/71			
октябрь										
44/46	35/30	29/23	31/36	44/52	47/57	57/24	70/42			

В апреле и июле число облаков, как и осадков над сушей больше чем над морем. И это несмотря на то, что, по крайней мере, в июле испарение с поверхности суши практически отсутствует, а относительная влажность (средняя за месяц) ниже 40 %, что вообще не способствует облако- и осадкообразованию [3, 6].

Отношение облачности «море – суша» для апреля составляет 0,80 (для осадков оно равно 0,88), а для июля – всего 0,78, т.е. оно в два раза больше, чем для осадков. Совпадение времени наступления максимума осадков над морем и над сушей в их суточном ходе практически во все сезоны года указывает на взаимосвязанность и взаимообусловленность этих процессов.

В суточном ходе повторяемости облачности для отношения «море – суша» отмечаются те же основные закономерности, которые свойственны для осадков, но некоторые экстремумы растянуты или немного смещены по времени (таблицы 3 и 2).

В январе максимум повторяемости облачности и над морем и над сушей имеет место в 06 ч., а минимум в 00 ч. по Гринвичу. В апреле максимум повторяемости облачности, над морем выражен не четко. Он имеет место в 12...18 ч. Над сушей в 9...12 ч, хотя величины от срока к сроку различаются незначительно (таблица 3). В июле максимум повторяемости облачности и над сушей, и над морем отмечается в 18...21 ч по Гринвичу. В эти же сроки отмечается и максимум осадков (таблица 2). В то же время минимум повторяемости облачности над морем имеет место в 15 ч, а над сушей – на 3 ч ранее. Осадки в эти сроки вообще не наблюдались (таблица 2 и 3).

В октябре выраженный максимум повторяемости облачности над морем отмечается в 21 ч, а над сушей слабо выраженный, – в 12 ч. Минимум повторяемости над морем имеет место в утренние часы, а над сушей он отмечается дважды в утренние и послеобеденные часы (таблица 3). Сравнивая суточный ход повторяемости осадков и облачности, можно сказать, что суточный ход осадков проявляется более четко во все сезоны, хотя в целом они повторяют друг друга.

Распределение высот верхней границы облачности

Эта характеристика, доступная для измерения МРЛ, может служить важным средством для оценки влияния моря на высоту облачности. Результаты подсчета высот по квадратам 30×30 приведены в таблице 4. Все высоты даются с дискретностью 1 км. Промежуточные значения высот типа 1,5, 2,5 и т.д. отнесены к целому большему значению высоты, т.е. к 2, 3 км и т.д.

Повторяемость высоты верхней границы облачности над морем и над сушей (отношение «море – суша») в срединные месяцы сезонов

Высоты, км										
1	2	3	4	5	6	> 6	7	8	9	10
январь										
116/31	43/26	79/88	20/26	2/5						
апрель										
3/1	6/8	74/67	120/112	64/91	65/88	10/16	5/7	3/3	2/6	0
июль										
0	4/14	3/8	7/38	50/65	124/132	100/68	55/43	35/18	6/4	4/3
октябрь										
4/2	12/2	54/54	70/58	95/108	50/15	28/15	21/10	5/3	1/0	1/2

В январе основной диапазон высот составляет 1...4 км, облачность с верхней границей более 5 км отсутствует. Следовательно, облачности конвективного характера, как и предполагалось выше, в январе не наблюдается. Осадки выпадают из слоисто-дождевых облаков, а иногда из высоко-слоистых и слоистых. Наибольшую повторяемость (147 случаев) имеет облачность с верхней границей 1 км, которую мы идентифицируем как слоистую. Ее повторяемость над морем в четыре раза выше, чем над сушей. Повторяемость высоты верхней границы 2 км значительно меньше (49 случаев), а отношение, «море – суша» уменьшается до 1,8.

Повторяемость высоты 3 км составляет 167 случаев, однако над морем такой облачности уже меньше, чем над сушей (79/88). Аналогично с высотой верхней границы 4 км (23/26). Таким образом, в январе море оказывает заметное воздействие на формирование над ним тумана и низкой облачности. Испарение с поверхности моря в нижние слои атмосферы, имеющей отрицательные температуры, зимой, как правило, приводит к формированию тумана и низкой облачности. Оказавшись над сушей, такая облачность быстро разрушается, так как подстилающая поверхность имеет низкую температуру. С высотой, однако, такое влияние уменьшается и облачность среднего яруса и слоисто-дождевая, формируясь при соответствующих аэросиноптических условиях, (обычно при прохождении атмосферных фронтов), уже такого влияния не испытывает. Эта облачность, имеющая западную составляющую, смещается на сушу, где за счет орографии активизируется. Вот почему облачность этого типа в отличие от облачности нижнего яруса (слоистой), имеет большую повторяемость над сушей, чем над морем.

В апреле облачность с высотой верхней границы ниже 3 км практически не наблюдается. Облака достигают высоты 3...9 км. Облачность с

высотами верхней границы 3...4 км чаще наблюдается над морем, чем над сушей, хотя разница невелика, 74/67 и 120/112 соответственно. Облачность с высотой верхней границы 4 км, т.е. слоисто-дождевая и высоко-слоистая, имеет в этом месяце наибольшую повторяемость.

Облачность с высотами верхней границы 5 км и более уже встречается чаще над сушей, чем над морем (64/91). Отношения для высот 5...6 и 6...9 км составляют, 65/88 и 10/16 соответственно. Следовательно, облачность с высотами верхней границы более 5 км в апреле чаще встречается над сушей. Эту облачность следует идентифицировать как преимущественно конвективную и кучево-дождевую. Как следует из таблицы 3, в апреле максимум повторяемости облаков над сушей наблюдается в первой половине и в середине дня, когда суша хорошо прогревается. Для облачности над морем суточный ход выражен слабее. Но, как уже отмечалось, сами максимумы повторяемости и над сушей и над морем совпадают по времени или находятся в пределах смежных сроков. В апреле, следовательно, термическая конвекция над сушей является важным фактором, способствующим повышению здесь повторяемости конвективной облачности в дневное время.

В июле диапазон наблюдаемых высот верхней границы наиболее широк, от 2 до 10 км. Облачность с высотами верхней границы до 6 км включительно чаще встречается над сушей, чем над морем. При этом повторяемость облачности с высотой верхней границы 6 км наибольшая, 124/132. Облачность с высотами до 2 км встречается редко. Видимо, это облачность местного происхождения, формирующаяся над морем в короткое время в условиях приподнятой инверсии.

Облачность с высотами 7...10 км чаще встречается уже над морем, чем над сушей. Особенно часто встречается облачность с высотами 7 и 8 км, 55/43 и 35/18 случаев соответственно. В июле, когда отмечается низкая относительная влажность у земли, высокие температуры воздуха и полное отсутствие испарения, условия формирования конвективных облаков над морем, которое в этом месяце имеет повсеместно высокую температуру воды, более благоприятны. Относительно высокая повторяемость конвективных облаков и над сушей объясняется тем что, выходя на сушу, они еще какое-то время продолжают существовать и в это время регистрируются МРЛ. Как отмечено выше, облачность и осадки формируются при определенных синоптических условиях, проявляющихся в регионе в результате общей циркуляции атмосферы. Эти условия над сушей благо-

приятны для конвекции, где орография усиливает процесс облакообразования, но море поддерживает ее в этом месяце лучше, чем суша.

В октябре повторяемость низкой облачности над морем увеличивается, в том числе с верхней границей 1 км. Эта облачность наблюдается преимущественно над морем, суммарное отношение «море – суша» для высот 2 км составляет 16/4.

Облачность с высотами 3...5 км неустойчива по преимущественному местоположению. Облачность с высотой верхней границы 3 км имеет одинаковую повторяемость и над морем и над сушей, 54/54, облачность с высотой 4 км несколько чаще встречается над морем, 70/58, а облачность с высотой 5 км – над сушей 95/108. Облачность с высотой верхней границы 5 км в октябре имеет большую повторяемость и над сушей, и над морем 95\108. Эта облачность относится к слоисто-дождевой и облачности среднего яруса.

Облачность с высотами верхней границы 6 км и более является конвективной, во многих случаях кучево-дождевой. Как и в июле, ее повторяемость над теплым морем выше, чем над сушей. Для высоты 6 км отношение «море – суша» составляет 50/45, а для 7 км уже 21/10, т.е. чем выше высота верхней границы, тем вероятнее, что облако находится над морем.

Чтобы лучше обосновать сказанное выше о причинах, определяющих распределение высот верхней границы облачности по принципу «море – суша», рассмотрим еще ее распределение по принципу «север – юг». Данные приведены в таблице 5.

Таблица 5

Повторяемость высоты верхней границы облачности севернее и южнее МРЛ (отношение «север – юг») в срединные месяцы сезонов

Высоты, км										
1	2	3	4	5	6	> 6	7	8	9	10
январь										
64/84	18/57	54/113	23/27	2/5						
апрель										
2/0	8/6	91/49	124/105	89/66	88/67	7/5	7/5	0	0	0
июль										
	13/6	7/4	31/14	59/41	172/85	125/55	74/26	30/23	7/3	4/3
октябрь										
6/0	6/18	50/58	72/56	109/93	41/56	19/24	11/20	6/2	0/1	2/1

В январе облачность с разными высотами верхней границы наблюдается преимущественно в южной полосе наблюдений без исключения. Следовательно, более высокие температуры поверхности воды в этой

полосе способствуют и большей повторяемости преимущественно низкой облачности «местного» происхождения.

В апреле более высокую повторяемость имеет облачность в северной полосе наблюдений. Обратимся к рисунку 3. Северная полоса в апреле не включает в себя поверхность северной части моря. Это только суша, северная часть плато Мангышлак, горы Мангыстау и южная часть полуострова Бузачи. В апреле эта территория достаточно увлажнена, хорошо прогревается, и облачность наблюдается преимущественно днем (см. таблицу 3). Конвекции способствует орография. Южная полоса включает значительную часть моря, которое все еще препятствует конвекции. К тому же суша в полосе южнее МРЛ не имеет уже столько влагозапасов, как северная полоса.

В июле, во всем диапазоне высот верхней границы, облачность наблюдается в полосе севернее МРЛ. Теперь уже по причине того, что температура воды там выше, чем в полосе южнее МРЛ, условия для облакообразования и конвекции лучше. Выходя на сушу, облачность даже несколько активизируется за счет увеличения трения и орографии.

В октябре, когда море теплее суши, особенно в южной полосе, облачность с высотами до 3 км чаще наблюдается в южной полосе. Мощная конвективная облачность с высотами 6 км и более так же наблюдается в южной полосе по тем же причинам, по которым в июле она наблюдается в северной полосе. Для наиболее часто встречающейся высоты верхней границы 6 км в июле отношение «север-юг» равно $172/85$, т.е. близко к 2, а для этой же высоты 6 км (максимум повторяемости) в октябре оно составляет $41/56$, т.е. меньше единицы. Для всего диапазона высот 6 км и выше оно остается примерно таким же – $60/80$.

Облачность с верхней границей 3,5...5,0 км несколько чаще встречается в северной полосе. Облачность с такими высотами верхней границы относят к слоисто-дождевым и облакам среднего яруса. И те и другие связаны с хорошо выраженными атмосферными фронтами, прохождение которых сопровождается осадками, как правило, на фоне заметного повышения температуры. В этом случае термический фактор, обусловленный региональными особенностями, подавляется, остается трение и орография. Поскольку и тот, и другой факторы в северной полосе сильнее, то и повторяемость облачности там выше.

Радиолокационная отражаемость

Радиолокационная отражаемость – важнейшая метеорологическая характеристика облачности, поскольку ее величина определяется

водностью, спектром частиц, особенно наличием крупных, и их фазовым состоянием. Поэтому часто радиолокационную отражаемость называют интенсивностью облака. Измерение радиолокационной отражаемости особенно важно для кучево-дождевых облаков. Поэтому она так же измерялась и была нами обработана (таблица 6) на больших расстояниях от МРЛ. Эту характеристику возможно измерить только тогда, когда имеет место мощная кучевая и кучево-дождевая облачность. В ближней зоне (от 40 км от МРЛ) радиолокационная отражаемость может быть измерена кроме мощных кучевых также в слоисто-дождевых и некоторых других типах облачности. [2, 9]. Наши обобщения, однако, выполнены по данным наблюдений дальней зоны.

В январе наблюдалось только 2 случая радиолокационной отражаемости в дальней зоне МРЛ, что согласуется с высказанным выше утверждением о том, что мощная конвективная облачность в январе – это редкий случай, который возможно наблюдается не ежегодно. В апреле радиолокационная отражаемость чаще наблюдается над сушей, чем над морем, что согласуется с распределением облачности и осадков (таблицы 2 и 3).

Таблица 6

Суточный ход радиолокационной отражаемости всех градаций над морем и сушей (отношение «море – суша») в средние месяцы сезонов. Время по Гринвичу

Срок								Отношение сумм	Коэффициент отношения	Общее количество случаев «море – суша»
00	03	06	09	12	15	18	21			
январь										
1/1										
апрель										
5/5	3/4	7/9	10/15	2/8	2/3	0/1	3/3	32/48	0,666	80
июль										
3/9	41/4	1/9	15/3	15/0	9/0	18/17	11/22	83/66	1,256	149
октябрь										
15/9	8/12	11/11	13/20	18/25	12/8	8/2	20/8	105/95	1,106	200

Отношение «море – суша» в целом составляет в апреле 0,67, т.е. влияние суши выражено лучше, чем для осадков (0,88) и для облачности (0,90). Однако если время максимума падает, как правило, на два срока 9 и 12 ч., то время наибольшей повторяемости радиолокационной отражаемости определенно приходится на 9 ч., т.е. на более ранний срок. Это согласуется с нашими представлениями о динамике кучево-дождевого облака: с началом выпадения осадков самые крупные частицы быстро вымываются из облака в результате начавшихся нисходящих движений и радиолокационная отражаемость заметно уменьшается. Жизнь облака и выпадение осадков, однако, продолжается иногда значительное время. По этой причине для отдельного дождя максимум радиолокационной отражаемости имеет место в момент его начала или незначительно до этого. Оказывается, что при статистических обобщениях это различие во времени может сохраняться даже при трехчасовой дискретности наблюдений, как это следует из наших данных для апреля.

В июле наибольшая повторяемость радиоэха имеет место в те же сроки (18 ч), что и наибольшая повторяемость осадков и облачности. Однако в целом отношение повторяемости радиоэха «море – суша» равно 1,26, т.е. над морем радиоэхо отмечается чаще, чем над сушей, хотя это отношение для облачности равно 0,91, а для осадков – 0,44.

Осадки обнаруживаются в радиусе до 100 км, а радиолокационная отражаемость на том же расстоянии, что и облачность. Этим объясняется часть различий. Однако более важным является то, что мощная конвективная облачность с высотами верхней границы 7 км и более отмечается именно над морем (таблица 4). Она дает более высокую повторяемость радиоэха, но осадки из этих облаков над морем, находящихся на расстоянии более 100 км, не фиксируются.

В октябре в суточном ходе максимум повторяемости радиоэха отмечается в срок 12 ч, а второй в срок 21 ч, т.е. тогда же, когда и максимум повторяемости облачности и осадков. Отношение «море – суша» для отражаемости составляет 1,11, т.е. оно несколько меньше, чем для облачности и несколько больше, чем для осадков. Объяснение этому такое же, как и для июля с уточнением, что число мощной конвективной облачности над морем в отношении «море – суша» по данным радиолокационной отражаемости ниже, чем конвективной облачности вообще.

Из анализа данных об отражаемости можно предположить, что осадков над морем в июле и октябре выпадает больше, чем над сушей, и

мы попытаемся определить величину этого превышения. Её можно оценить тремя способами, взяв за основу отношения «море – суша»: для осадков; для облачности; для радиолокационной отражаемости.

Поскольку речь идет именно об осадках над морем, как представляющих большой практический интерес, то именно отношение осадков «море – суша» должно лечь в основу расчетов. Несложные расчеты на основе данных о таких отношениях, содержащихся в таблице 2, и данных о месячном распределении осадков на М Шевченко (таблица 7) дают 51 мм или 33 %. Следовательно, по этому методу осадков над морем больше, чем над сушей на 33 % или на 51 мм (поэтому в одном значении табл. 7 стоит знак минус).

Таблица 7

Годовой ход количества осадков на М Шевченко (Актау) [6] и вероятные величины над морем, скорректированные на отношения «море – суша» для осадков, облачности и радиолокационной отражаемости

Параметр	Месяцы												Год	Изменение мм/%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Осадки, мм	10	12	18	19	11	9	4	8	9	16	17	23	156	
	по осадкам													
Поправочный коэффициент	2,44	1,92	1,40	0,88	0,73	0,59	0,45	0,67	0,89	1,10	1,51	1,92		
Осадки над морем	24	24	25	17	8	5	2	6	8	18	26	44	207	-51/33
	по облачности													
Поправочный коэффициент	1,19	1,06	0,93	0,80	0,80	0,79	0,78	0,97	1,16	1,34	1,29	1,24		
Осадки над морем	12	13	17	15	9	7	3	8	10	22	22	29	171	15/10
	по радиолокационной отражаемости													
Поправочный коэффициент	2,44	1,92	1,40	0,87	0,87	1,07	1,26	1,21	1,15	1,10	1,51	1,92		
Осадки над морем	24	24	25	17	10	10	5	10	11	18	26	44	244	68/44

Однако мы отмечаем, что кроме января ареал наблюдения облачности существенно превышает ареал наблюдения осадков. Чем больше такие различия в размерах, тем в меньшей степени данные об отношении осадков «море – суша» соответствуют его значению, которое было бы, если бы осадки измерялись во всей зоне, где определяется и облачность. Есть, осно-

вания предполагать, что отношение для облачности, «море – суша» распространяется и на осадки. Только часть отмечаемой облачности дает осадки, но оно постоянно и для моря и для суши. В этом случае количество осадков над морем может быть найдено через коэффициенты отношения «море – суша», содержащиеся в таблице 3. Грубые подсчеты дают меньшую величину, чем расчеты через осадки непосредственно: 10% или 15 мм. Причиной этого может быть факт, что летом очень малая доля облаков, около 7 %, дает осадки (см. таблицу 1). В другие сезоны эта доля увеличивается.

Расчеты через радиолокационную отражаемость представляются наиболее надежными. Во-первых, потому что отражаемость измеряется на том же расстоянии, что и облачность. Во-вторых, отражаемость возможно измерять только от довольно мощных кучево-дождевых облаков. Именно с такими облаками связаны осадки. Все слабо развитые облака не в состоянии обеспечить ответный сигнал необходимой мощности и в расчет не попадают.

Используя данные о радиолокационной отражаемости в апреле, июле и октябре (таблица 6) и коэффициент для осадков «море – суша» для января, мы выполнили расчет количества осадков над морем в течение года (таблица 7). Можно видеть, что в этом случае количество осадков над морем возрастает по сравнению с сушей до 44 % или на 68 мм. В основном за счет зимних осадков, а также летних из мощных кучево-дождевых облаков над морем. Оказалось, что результаты расчетов через осадки и через радиолокационную отражаемость близки.

Таким образом, все три метода расчета дают увеличение количества осадков над морем, но прирост разный. Через поле облачности из-за слабой корреляции связи «количество случаев облаков» – «количество случаев осадков» прирост осадков над морем составляет всего 10 % или 15 мм. Через поле осадков превышение осадков над морем составляет 33 % или 51 мм, а при использовании для января отношения «море – суша» для осадков и соотношений радиолокационной отражаемости в другие сезоны превышение осадков над морем достигает 68 мм или 44 % от осадков над сушей.

Выводы:

Информация МРЛ Шевченко (Актау), установленного у восточного берега Каспийского моря, позволила обнаружить и количественно оценить ряд закономерностей в формировании и пространственно-временном распределении осадков и облачности в обширной зоне взаимодействия моря и суши.

Построенные карты-схемы пространственного распределения облачности в срединные месяцы сезонов позволили выявить ряд особенностей. Так, в январе преобладающее число облачности имеет место над морем. Над морем же отмечается и область ее повышенной повторяемости. Высоты верхней границы этой облачности 1...3 км. Над морем отмечается и основное количество осадков. Комплексный анализ всех данных показывает, что наблюдаемая в январе облачность в основном относится к слоистой, слоисто-кучевой и образуется регулярно над теплым морем и дает слабые осадки. Выходя на берег, при малоградиентном барическом поле она быстро разрушается, однако успевает дать осадки и над сушей. В полосе южнее МРЛ, где вода теплее, облачность образуется чаще, чем в полосе севернее МРЛ.

Для апреля, только при соответствующих аэросиноптических условиях, в регионе характерно преобладание конвективной облачности, как над морем, так и над сушей. В апреле облачность с высотами верхней границы до 4 км, безусловно, преобладает над морем, а с высотами 5 км и более – над сушей.

Летом низкая облачность над морем образуется значительно реже, обычно в ранние утренние часы. В июле до высот верхней границы 6 км облачность преобладает над сушей, а более 6 км – над морем. В октябре высота верхней границы слабо зависит от типа подстилающей поверхности, однако над морем повторяемость облачности чаще. В эти месяцы, следовательно, море стимулирует или ослабляет развивающиеся в регионе синоптические процессы, а непосредственное влияние, например, образование облачности и осадков, сильно ослаблено и проявляется в виде образования в утренние часы низкой облачности и тумана над морем, которые выносятся также на сушу. Суточный ход облачности таков, что экстремумы над морем и над сушей во все месяцы года совпадают. Максимум повторяемости облачности в январе в срок 6 ч по Гринвичу приводит к тому, что и вынос ее на сушу в это время наибольший, хотя она над сушей и разрушается. Тоже имеет место и в другие месяцы.

Сами максимумы повторяемости облачности (и осадков) в разные месяцы наблюдаются в разное время. В январе – срок 6 ч., в апреле – 6, 12 ч, в июле и октябре 18, 21 ч, т.е. максимумы имеют место тогда, когда разность температур «море – суша» наибольшая. Зимой такая ситуация наиболее благоприятна для облакообразования над морем, в апреле, полдень – лучшее время для облакообразования над сушей и для обмена об-

лачностью с морской поверхностью, в июле – только в ночное время возможно облакообразование над сушей.

В октябре над относительно теплым морем устойчивость атмосферы наименьшая, а с суши происходит определенный обмен воздушными массами. В разные месяцы года то море, то суша более благоприятны для облакообразования, а в результате взаимодействия максимум в суточном ходе наблюдается почти одновременно.

Получено, что против ожидания количество осадков над морем больше. В основном это происходит за счет зимних осадков из облачности, образующейся в регионе при малоградиентном барическом поле. Величина осадков над морем по разным методам оценки дает разные значения: 10, 33 или даже 44 % по сравнению с сушей, цифра 35 % или 55 мм возможно наиболее приемлема, как средняя из двух наиболее надежных методов.

Процессы взаимодействия «море – суша» сложны и многообразны и автор считает, что не все эффекты изучены и определены количественно. Ценным было бы изучение взаимодействия «море – суша» при конкретных синоптических условиях, что позволило бы учитывать и осадки над морем. К сожалению, синоптические материалы за исследуемые годы оказались утраченными. Имеется ряд других интересных задач, например, расчеты водного баланса Каспийского моря и уточнения в нем роли осадков, выпадающих непосредственно на акваторию, уточнение влияния высокого берега на облакообразование и другие, которые пока не решены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аманиязов К.Н. Каспийское море. Алматы, изд. «Казак университеті». 1999. – 110 с.
2. Брылев Г.Б., Гашина С.Б., Низдойминова Г.Л. Радиолокационные характеристики облаков и осадков. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 231 с.
3. Дроздов О.А. Климатология. Л.: Гидрометеиздат, 1994 – 530 с.
4. Жаков С.И. Происхождение осадков в теплое время года. Л.: Гидрометеиздат – 1996. – 25 с.
5. Калинин Н.А. Смирнова А.А. Исследование радиолокационных характеристик для распознавания опасных явлений погоды, связанных с кучево-дождевой облачностью // Метеорология и гидрология. – 2005. – №1. – 12 с.
6. Калинин Н.А. Смирнова А.А. Численный анализ данных радиолокационных и станционных измерений облачности // Метеорология и гидрология. – 2003. – №7 – 9 с.

7. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 639 с.
8. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, многолетние данные, части 1 – 6, выпуск 18, Казахская ССР, книга 2, Л. Гидрометеиздат, 1989. – 440 с.
9. Руководство по производству наблюдений и применению информации с радиолокаторов МРЛ-1 и МРЛ-2. – Л.: Гидрометеиздат. – 1974. – 332 с.
10. Чередниченко А.В. О распределении конвективной облачности над юго-востоком Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 1998. – №3 – 4. – С. 7 – 19.

КазНИИЭК – КазНУ им. аль-Фараби

МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ РАДИОЛОКАТОР МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ШЫҒЫС ЖАҒАЛАУЫНДАҒЫ БҰЛТТЫЛЫҚ ПЕН ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ДИНАМИКАСЫ

Геогр. ғылымд. канд. А.В. Чередниченко

Шевченко метеорологиялық радиолокатор (МРЛ) бақылау зонасында маусымның орта айлары үшін жауын-шашын мен бұлттылықтың қайталануының кеңістіктік таралуының картасхемасы тұрғызылды. Аймақтағы бұлттылық тек жер бедеріне ғана емес, бақылаудағы су айдынының тереңдігінің өзгеруіне де тәуелді екендігі көрсетілген. Шығыс жағалаудағы бұлттылық пен жауын-шашынға теңіздің әсері бағаланды. Әсерді бағалауға негіз ретінде теңіз және құрлық бетіндегі бұлттылықтың, жауын-шашынның және радиолокациялық шағылысудың қайталану қатынасы алынды. Мұндай әсердің сандық сипаттамалары алынды. Осындай негізде әртүрлі тәсілмен теңіз бетіндегі жауын-шашынның болжамдық мөлшері есептеліп, тұтас бір жылда құрлық бетіне қарағанда көп екендігі анықталды.

УДК 551.594.21

ГРОЗОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Канд. геогр. наук С.Г. Сафаров

По данным наблюдений 56 метеорологических станций за период 1966...2006 гг. исследован характер распределения грозовых явлений по территории Азербайджана. Показано, что для различных регионов республики среднегодовое число суток с грозой меняется от 5 до 43 дней. Наиболее грозоопасными являются май и июнь. Установлено, что по сравнению с периодом 1936...1965 гг., на большей части территории республики отмечается заметное сокращение грозовой активности. Выдвинуто предположение, что одной из причин такого сокращения может быть заметное снижение майской и частично июньской температуры воздуха на фоне повышения среднегодовой температуры.

Сложность орографии, особенности характера подстилающей поверхности и различная ориентация горных хребтов относительно направления господствующих влажных воздушных потоков создает своеобразную форму распределения опасных явлений погоды по территорию Азербайджана. На большей части территории Азербайджана основная часть стихийных явлений связана с грозоградовыми и ливневыми процессами. Оба эти процесса в свою очередь связаны с облаками вертикального развития, точнее, кучево-дождевыми (Cb) облаками. Гроза возникает при интенсивно протекающем процессе конденсации в мощном кучево-дождевом облаке с оледеневающей вершиной [2].

Грозовые явления отрицательно влияют на многие отрасли народного хозяйства, особенно на авиацию, энергетику и др. [1]. Электрические заряды, возникающие при грозах, часто являются причиной лесных пожаров, разрушений различных сооружений, нарушений линий связи и электропередачи, приводит к гибели скота, к человеческим жертвам, создают опасные помехи для авиации. Поэтому рассмотрение повторяемости, интенсивности и распределения по территории стихийных явлений, в том числе гроз имеет достаточно большое научное и практическое значение.

Как известно, конвективные осадки сопровождающиеся грозой в основном выпадают в теплый период года (апрель – сентябрь) из кучево-

дождевых облаков. Кучево-дождевые облака связаны синоптическим и термодинамическим процессами особого типа – с конвекцией в неустойчивой атмосфере. Образованию их способствуют высокая температура и влажность воздуха, наличие конвергенции близ фронтов и окклюзии, а также большие неоднородности подстилающей поверхности и горные хребты [2]. Возникновение гроз находится в тесной зависимости от орографии, которая способствует возникновению мощных восходящих движений воздуха, обострению холодных фронтов. Сказывается на возникновении гроз ориентация и высота склонов, и орографическая защищенность [5]. Существенное влияние на повторяемость и интенсивность гроз оказывают физико-географические условия. На наветренной стороне склонов грозы возникают чаще, чем на подветренной. В большинстве случаев ослабление грозовой деятельности на подветренной стороне склонов связано с орографическим фёновым явлением.

Изучению грозových явлений на территории Азербайджана посвящены относительно немногочисленные работы. В работах [1, 5] климатические особенности грозových явлений исследовались на основании материалов метеорологических наблюдений в основном за период 1936...1965 гг. и показано, что на территории Азербайджана распределение этих явлений носит значительный пространственно-временной характер. В работе [1] проведено районирование территории республики по частоте их повторения, а также выявлены типы синоптических ситуаций, при которых наиболее часто отмечаются такие явления. Однако следует отметить, что в этих работах длины рядов данных метеорологических наблюдений для определения статистических характеристик грозových явлений в большинстве случаев были недостаточно большими. С другой стороны, в условиях изменения климата, в частности глобальной температуры воздуха, есть необходимость уточнения наиболее информативных характеристик пространственно-временного распределения отдельных опасных гидрометеорологических явлений, в том числе гроз.

С этой целью в данной работе по материалам наблюдений 56 метеорологических станций за период 1966...2006 гг. исследуется частота повторяемости и характер распределения гроз по территории Азербайджана. Материалы наблюдений метеорологических станций Лачин, Шуша и Ханкенди взяты до 1991 года.

Результаты исследования для 28 наиболее характерных метеостанций представлены в таблице и на рисунке. Полученные результаты пока-

зывают, что из-за разнообразия форм рельефа и других факторов среднегодовое число суток с грозой меняется в достаточно широких пределах – от 5 до 43 дней. Наименьшее число суток с грозой отмечается на морских и прибрежных станциях. По мере удаления от Каспийского побережья и увеличения высоты местности число суток с грозой постепенно растет.

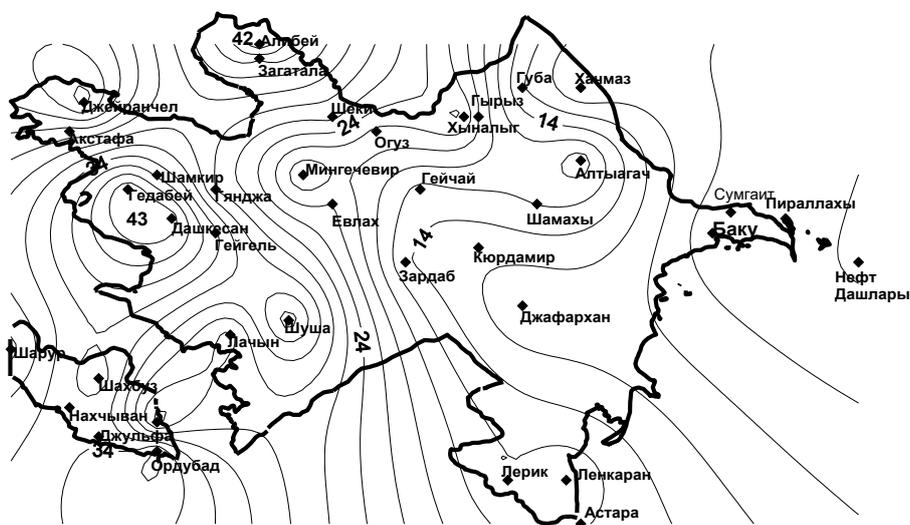


Рис. Распределение среднегодового числа суток с грозой по территории Азербайджана.

На северном склоне Малого Кавказа среднее число суток с грозой в основном растет с высотой. На станциях Акстафа, Шамкир и Гянджа среднегодовое количество суток с грозой составляет 27...28. В предгорной и горной части оно увеличивается до 35...43 суток. Значение коэффициентов вариации изменяется в пределах 0,28...0,33, это показывает, что в отдельные годы число суток с грозой может существенно отличаться от его среднегодового значения. Основная причина, вызывающая такую изменчивость грозовой активности, связана с частотой вторжения в теплое время года холодных масс воздуха из районов арктических морей. Относительная ошибка при определении среднегодового числа суток с грозой не превышает 5,4 %. Автор считает, что длина периода наблюдения сорок лет (1966...2006 гг.) достаточна для надежного определения среднегодового числа суток с грозой, потому что увеличение периода наблюдений в два раза повысила бы точность расчетов незначительно.

Среднее число суток с грозой на территории Азербайджана

Станция	Н, км	Месяц									Период	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	1966...2006	1936...1965
Северный склон Малого Кавказа												
Гейгель	1612	0,1	1,9	9,1	9,9	4,6	4	3,9	1,9	0	35,4 (0,31)	49
Гедабей	1480	0,4	3,8	9,8	11,8	6,4	4,8	4,3	1,8	0,1	43,2 (0,34)	46
Актафа	331	0,2	1,9	6,4	7,1	3,9	3,7	3	1,9	0,1	27,5 (0,31)	40
Гянджа	312	0,3	1,6	5,9	7,4	4,1	4,1	3,3	1,3	0	28,2 (0,28)	31
Шамкир	404	0,3	2	5,2	7,1	4,7	4,3	3,1	1,1	0	27,7 (0,33)	31
Южный склон Большого Кавказа												
Алибей	1745	0,8	4,1	8,4	9,6	6,1	6,6	3,9	1,9	0,1	41,5 (0,29)	45
Загатала	487	0,6	3,1	7,9	7,8	5,2	5,6	3	1,3	0	34,8 (0,23)	41
Шеки	639	0,4	2,1	6	7,2	4	3,6	3,1	1	0,1	27,1 (0,30)	27
Северо-восточный склон Большого Кавказа												
Гырыз	2071	0	1,3	4,6	5,4	2,6	3	1,8	0,6	0,1	19,5(0,39)	29
Хыналыг	2049	0,2	1,7	5,9	6,2	3,4	3,6	2,6	0,8	0,6	25 (0,32)	
Губа	550	0	0,4	2,6	3,8	1,7	1,9	1,2	0,1	0,0	11,7 (0,41)	17
Хачмаз	27	0,1	0,1	1	1,9	1,1	1,6	1	0,4	0,1	7,3 (0,42)	10
Юго-восточный склон Большого Кавказа												
Алтагач	1099	0,2	2,3	4,9	5,4	2,3	2,4	1,3	0,6	0,0	19,4 (0,45)	
Шамахи	750	0,3	1,3	3,8	4,0	1,9	1,6	2,2	0,8	0,1	16,0 (0,52)	18
Нахчыванская зона												
Нахчыван	875	0,9	4,3	9,5	8,7	3,8	2,1	2,6	2	0,2	34,1 (0,28)	34
Ордубад	928	0,8	5,2	10,7	8,5	3,3	3	3,5	2,2	0,3	37,6 (0,24)	38
Шарур	812	1,2	5,3	10,4	10,6	3,9	2,4	2,6	2,6	0,3	39,3 (0,41)	
Парагачай	2300	0,4	2,9	7,3	5,8	1,9	1,7	1,8	0,9	0	22,8 (0,29)	
Джультфа	710	0,4	4,3	10,3	8,2	3,3	1,9	2,8	2,5	0,4	34,4 (0,31)	18
Шахбуз	1199	1,3	5,3	10,1	9,6	2,8	2,4	2,1	2,2	0,4	36,3 (0,31)	37
Равнинная зона												
Гейчай	107	0,1	1,3	4,2	3,3	1,9	1,3	2,1	0,9	0	15,1 (0,45)	19
Зардаб	-5	0,2	1,4	2,9	3,4	1,4	1	1,6	0,7	0	12,6 (0,55)	15

Станция	Н, км	Месяц									Период	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	1966...2006	1936...1965
Кюрдамир	2	0,2	1,4	2,8	3,0	1,2	1,3	1,6	0,7	0	12,2 (0,57)	12
Евлах	13	0,3	1,4	4,6	5,3	2,5	2,3	2,1	2	0,2	20,8 (0,45)	22
Джафархан	-16	0,1	0,9	2,9	1,8	1,1	0,7	1,6	0,6	0,1	9,8 (0,58)	11
Юго-восточный склон Малого Кавказа												
Шуша	1358	1	3,2	11,1	10,4	2,7	2,8	2,8	1,2	0	35,3 (0,31)	37
Ханкенди	827	1,1	3,4	10,5	10,5	2,2	2,8	2,5	1,6	0	34,5 (0,31)	38

Примечание: в скобках приведены значения коэффициентов вариации; Н – высота станции над уровнем моря

Из данных таблицы видно, что на северном склоне Малого Кавказа грозовые явления по месяцам распределены неравномерно. В марте в среднем наблюдается около 1 %, в апреле 5...6 %, в мае 21...23 %, в июне 26...27 %, в июле 14...15 %, в августе 12...13 %, в сентябре 10...12 %, а в октябре 4...5 % грозовых явлений. Таким образом, на данной территории самым грозоопасным месяцем является июнь. В общем, наблюдается медленное уменьшение числа дней с грозой с запада на восток. Точнее, на станциях Дашкесан и Гейгель, находящихся выше и восточнее от станции Гедабей, отмечается меньшее число суток с грозой.

При сравнении двух периодов – 1966...2006 гг. и 1936...1965 гг. среднегодовое число суток с грозой заметно понизилось. Для станций Гедабей, Шамкир и Гянджа величина уменьшения составила 2,5...3 суток, а для станций Акстафа и Гейгель она более заметна (12...13 суток). Следует обратить внимание на то, что в работе [5] для этих станций среднегодовое число дней с грозой рассчитано на основании относительно малого количества лет (15...20). На взгляд автора этого недостаточно для получения статистически значимого результата. Это иллюстрируется данными станции Акстафа и метеорологического пункта Газах, расположенных друг от друга на расстоянии 2 км, в [5] получены совершенно разные значения среднегодового числа суток с грозой (40 и 25 соответственно). Вышеизложенное доказывает, что полученные в данной работе значения среднегодового числа суток с грозой статистически более значимы, чем в [5].

На территории южного склона Большого Кавказа на интенсивность и повторяемость грозовой деятельности сказывается влияние горных хребтов. Наибольшее количество гроз отмечается на склонах гор, обращенных в сторону преобладающих влажных воздушных потоков. При таких ситуациях вынужденный подъем этих потоков усиливает динамическую турбулентность и восходящие течения, которые в свою очередь создают дополнительный импульс к образованию мощной конвекции в атмосфере, необходимой для формирования грозовой деятельности. Одновременно наблюдается уменьшение грозовой активности с запада на восток (рисунок). Среднегодовое количество суток с грозой на этой территории меняется от 27 до 42. Коэффициенты вариации при определении среднегодового числа суток с грозой для различных станций находится в пределах 0,23...0,30 (таблица). Наиболее грозоопасным годом был 1972 г., когда на всех станциях наблюдалось наибольшее число суток с грозой, а на М Алибей зафиксировано рекордное для данной территории значение –

79. Относительная ошибка при определении среднегодового числа суток с грозой для станций данной территории находится в пределах 3,5...4,4 %, что свидетельствует о достаточно высокой статистической значимости полученных результатов. По сравнению с предыдущим периодом (1936...1965 гг.) на М Алибей отмечено уменьшение среднегодового числа суток с грозой на 3,5, а на станции Загатала около 6 суток. На М Шеки грозовая активность практически осталась без изменения.

Количество дней с грозой по месяцам распределено неравномерно. В марте в среднем наблюдается около 1...2 %, в апреле 8...10 %, в мае 20...23 %, в июне 22...26 %, в июле 15 %, в августе 13...16 %, в сентябре 9...12 %, а в октябре 4...5 % грозовых явлений. Таким образом, на территории южного склона Большого Кавказа наиболее грозоопасными месяцами являются май и июнь (таблица). Одним из отличий от предыдущего периода (1936...1965 гг.) [1, 5] является то, что на станциях Алибей и Загатала в августе наблюдается второй слабый максимум.

Территория Нахчыванской Автономной Республики является одной из грозоопасных зон Азербайджана. Распределение гроз по Нахчыванской зоне своеобразно. В долинах и предгорных территориях среднегодовое число суток с грозой варьирует в пределах 34...39. При этом наблюдается слабое увеличение грозовой активности с высотой. Начиная с определенной высоты, наблюдается так называемая инверсия грозовой активности. В частности для высокогорной станции Парагачай среднегодовое число суток с грозой составляет 23. Коэффициенты вариации составили 0,24...0,41. В отдельные годы (1972, 1986, 1988) грозовая активность значительно превышала среднемноголетние годовые значения. Относительные ошибки при определении среднегодового числа суток с грозой не превышают 7,5 %. Для большинства станций этого района, за исключением Джульфы, грозовая активность не претерпевала статистически значимого изменения по сравнению с предыдущим периодом (1936...1965гг.). Такая большая разница в значениях для М Джульфы, вероятно, связана с относительно короткой длиной ряда данных наблюдений при определении среднегодового числа суток с грозой. В работе [5] относительно низкая грозовая активность на М Джульфы объясняется с нахождением ее в котловине, то есть в окружении горных хребтов. Однако по современным представлениям грозовая деятельность связана с грозоградовыми процессами, которые в пространстве имеют в основном непрерывное распространение с определенной скоростью и направлением. Геометрические

размеры грозоградовых облаков в большинстве случаев превосходят размеры котловины, где находится М Джульфа. С другой стороны, выпадение града является более локальным и редким явлением, чем гроза, и в свою очередь также связано с кучево-дождевыми облаками. Однако среднегодовое число суток с градом для станции Джульфа за период 1936...1965 гг. [5], а также за период 1966...2006 гг. [3] существенно не отличается от соседних станций. Таким образом, в данном случае влиянием котловины, в которой находится М Джульфа, на грозоградовую активность можно пренебречь. Поэтому грозовая активность соседних пунктов наблюдений (Джульфа, Нахчыван, Ордубад) находящихся ориентировочно на одной и той же высоте над уровнем моря не должна резко отличаться друг от друга.

Распределение грозовой активности по месяцам по Нахчыванской зоне имеет свои особенности. В марте наблюдается 1...3 % грозовых суток, в апреле 12...14 %, в мае 28...32 %, в июне 23...28 %, в июле 9...11 %, в августе 4...7 %, в сентябре 7...9 %, в октябре 4...8 %, а в ноябре 1%. Таким образом, наибольшая грозовая активность наблюдается в мае, а в сентябре отмечается второй слабый максимум. За период март – июнь, в среднем, наблюдается 68...72 % грозовых суток. Такое раннее развитие грозовых явлений, видимо, связано со своеобразиями экспозиций горных хребтов и межгорных долин, а также значительной оголенностью склонов гор. Как известно, весной в результате солнечного излучения оголенные склоны гор нагреваются быстрее, чем участки, покрытые лесом и альпийскими лугами. Увлажненный в результате таяния снега и нагретый на скалах воздух создает благоприятное условие для развития конвекции в атмосфере, образованию облаков вертикального развития и соответственно грозовой ситуации. Уменьшение грозовой деятельности в летних месяцах, наоборот, связано с дефицитом влажности в результате чрезмерного нагревания подстилающей поверхности и воздуха. По сравнению с периодом 1936...1965 гг. на станциях Нахчыванской зоны грозовая активность практически осталась без изменения.

Территория юго-восточного склона Малого Кавказа, в том числе Нагорного Карабаха также является грозоопасной. В данной зоне самыми грозоопасными месяцами являются май и июнь, где в среднем наблюдается 60...63 % грозовых суток. Число суток с грозой в марте составляет 3 %, в апреле 9...10 %, в мае 30...33 %, в июне 29...30 %, в июле 6...7 %, в августе 8 %, в сентябре 7...8 %, а в октябре 3...5 %. Зональное распределение гро-

зовых явлений выражено слабо. Здесь основную роль играет орография и экспозиция горных хребтов относительно направления преобладающих влажных воздушных масс. Среднегодовое число дней с грозой составляет около 35 дней. Коэффициенты вариации при определении среднегодового числа суток с грозой составили 0,31, что свидетельствует о значительном годовом колебании грозовой активности. Относительные ошибки варьируют в пределах 6...7 %. По сравнению с ранним периодом отмечалось уменьшение грозоградовой активности на 2...4 суток, или на 6...10 %.

На остальной территории Азербайджана грозовая активность заметно ниже. На станциях северо-восточного склона Большого Кавказа среднегодовое число суток с грозой колеблется от 7 дней, на прибрежных и равнинных территориях (М Хачмаз), до 25 на высокогорьях (М Хыналыг). На данной территории грозовая активность, в общем, имеет зональное распределение, хотя чувствуется зависимость от экспозиции горных хребтов и долин. Уменьшение грозовой активности на подветренной относительно основных воздушных масс стороне можно объяснить орографическими фёновыми явлениями (М Гырыз). На грозовую деятельность также влияет удаленность от Каспийского моря. Повторяемость числа суток с грозой имеет значительные годовые колебания, которые выражаются в относительно больших значениях коэффициента вариации (таблица). При этом значения относительных ошибок варьировали в пределах 6...9 %.

Как отмечено выше, на морских и прибрежных станциях (Нефт Дашлары, Пираллахы, Баку, Сумгаит) наблюдается наименьшее число дней с грозой (5...7 дней). Здесь на уменьшение грозовой активности влияет морская бриз [1]. Одновременно отмечаются наибольшие годовые колебания грозовой активности. Это подтверждается наибольшими значениями коэффициента вариации, а также относительной ошибкой при определении среднегодового числа суток с градом. Распределение гроз по месяцам носит равномерный характер. В отличие от других зон, здесь во второй половине года число дней с грозой в основном больше, чем в первой.

На территории Ленкоранской зоны распределение грозовой активности имеет свои особенности. На гористых берегах наблюдается усиление грозовой деятельности, поскольку на них создается вынужденное поднятие воздуха, перетекающее через водоем или приносимое морским бризом. Этим объясняется, например, увеличение числа суток с грозой на побережье (М Ленкоран и Астара). При прохождении холодных воздушных фронтов грозовая деятельность усиливается. На наветренной, относи-

тельно преобладающих воздушных потоков, стороне горных хребтов грозовая деятельность имеет зональность. Однако на подветренной стороне наоборот, возникшие в результате переваливания воздушных потоков через горные препятствия фёны отрицательно влияют на развитие конвекции и соответственно грозовую деятельность. По этой причине в отдельных местах наблюдается так называемая инверсия грозовой активности. В общем, по территории Ленкоранской зоны среднегодовое число суток с грозой меняется от 5 до 21. Коэффициент вариации находится в больших пределах (0,33...0,65). Наиболее грозоопасным месяцам является май, когда наблюдается от 28 до 37 % грозовых явлений.

На равнинных территориях грозовая активность сравнительно низкая. Наименьшая грозовая активность наблюдается на восточной низменной зоне (5...7 дней), где явно проявляется близость Каспийского моря. Однако с удалением от моря грозовая активность постепенно увеличивается, и в западной низменной зоне среднегодовое число дней с грозой достигает 23 дней. На большинстве станций данной зоны наибольшее число суток с грозой отмечается в июне. На станциях восточной низменной зоны в сентябре наблюдается второй максимум грозовой активности.

Сравнение среднемесячных значений повторяемости гроз с данными, относящимися к периоду 1936...1965 гг., показало, что для большинства пунктов наблюдений общее уменьшение повторяемости в основном связано с сокращением числа дней с грозой в мае и частично в июне. Следует отметить, что за указанный период также сократилось среднегодовое число суток с градом [3].

Известно, что, как и во многих регионах мира, на территории Азербайджана наблюдается повышение среднегодовой температуры воздуха. Однако на фоне общего среднегодового потепления, в мае и июне во многих регионах наблюдается явное похолодание. По данным [4] за климатический период 1978...1997 гг. по сравнению с 1958...1977 гг. в мае наблюдается похолодание, значение которого варьируется в диапазоне 0,7...1,0 °С. Похолодание в этом месяце отмечено на всей территории республики. Так же повсеместное похолодание наблюдается и в июне, но менее интенсивно, чем в мае [4].

Можно предположить, что одной из основных причин сокращения повторяемости гроз в Азербайджане является понижение среднемесячной температуры воздуха в мае. Очевидно, что понижение температуры воздуха и подстилающей поверхности приводит к ослаблению конвекции в атмосфере, что в свою очередь отрицательно влияет на грозоградные процессы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климат Азербайджана / Под ред. А.А. Мадат-заде, Э.М. Шыхлинского. – Баку: Из-во АН Аз. ССР, 1968. – 343 с.
2. Облака и облачная атмосфера / Под ред. И.П. Мазина и А.Х. Хргиана). – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 647 с.
3. Сафаров С.Г. Повторяемость градовых явлений на территории Азербайджана. // Известия НАН Азербайджана. Сер. науки о Земле, 2006. – №4. – С. 75-80.
4. Сафаров С.Г. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане. – Баку: 2000, 297 с.
5. Справочник по климату СССР. Вып. 15. Ч. 5. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 259 с.

Департамент по гидрометеорологии Министерства Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской республики

ӘЗЕРБАЙЖАН АУМАҒЫНДАҒЫ НАЙЗАҒАЙЛЫ ҚҰБЫЛЫСТАР

Геогр. ғылымд. канд.

С.Г. Сафаров

1966...2006 жылдар кезеңі бойынша 56 метеорологиялық станциялардың бақылау мәліметтері негізінде Әзербайжан аумағындағы найзағайлы құбылыстардың таралу сипаты зерттелді. Республиканың әртүрлі аймағы үшін найзағайлы күндердің орташа жылдық мәні 5-тен 43 күнге дейін өзгеруі көрсетілген. Мамыр мен маусым ең қауіпті найзағайлы айлар болып саналады. 1936...1965 жж. кезеңімен салыстырғанда республиканың көп бөлігінде найзағай белсенділігінің едәуір бәсеңдегендігі анықталды. Мұндай бәсеңдіктің бір себебі орташа жылдық ауа температурасының жоғарылауы барысында мамыр және маусымның біршама бөлігінде ауа температурасының едәуір төмендеуінен болуы мүмкін деген тұжырым жасалды.

УДК 551.501.721

**ОСОБЕННОСТИ ПРИТОКА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ
НА ТЕРРИТОРИЮ КАЗАХСТАНА В АПРЕЛЕ**

К.И. Десятова

Рассчитаны средние месячные значения прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность территории Казахстана весной за период 2002...2006 гг, вычислены суточные и месячные суммы прямой радиации на перпендикулярную и горизонтальную поверхности. Показано, что величина поступающей радиации за рассматриваемый период уменьшилась на 3...4 % по сравнению с периодом 1962...1980 г., что возможно обусловлено возросшим загрязнением атмосферы.

В рамках Киотского протокола многие страны начали активно расширять использование возобновляемых источников энергии, которые не ведут к выбросам парниковых газов, вызывающим глобальные изменения климата.

Резкий рост цен на традиционные ископаемые виды топлива также способствует активному внедрению альтернативных источников энергии. Повышению их конкурентоспособности помогают разработки новых технологий, снижающие стоимость использования источников возобновляемой энергии. Использование возобновляемых источников энергии, в частности энергии солнца и ветра, приобрело ощутимые масштабы и устойчивую тенденцию к росту. По различным прогнозам, эта доля к 2010...2015 гг. во многих государствах достигнет 10 % и более.

Значение энергии солнца показано в большом цикле работ. С целью изучения непериодических колебаний суммарной солнечной радиации Т.Г. Берлянд [1] на материале десятилетних ежедневных наблюдений мировой актинометрической сети рассчитала межсуточную изменчивость этой величины, рассмотрела особенности ее годового хода, построила месячные карты, позволившие получить ряд выводов о закономерностях распределения межсуточной изменчивости суммарной радиации в северном полушарии.

Условия радиационного режима в полярных областях значительно отличаются от таковых в остальных климатических зонах земного шара – здесь наблюдается наибольший диапазон изменений условий облучения в течение года. Е.Е. Коченовой [2] был рассчитан приход солнечной радиа-

ции при реальных условиях облачности на стены различной ориентации по данным станции Айдарлы. Расчет проводился за каждый июнь 1962...1980 гг. Выявлено, что инсоляция стен, ориентированных на восток и запад происходит только в течение одного периода, соответственно до и после 12 часов истинного солнечного времени. В суточном ходе радиации, приходящей на восточные и западные стены, определяющим фактором является соотношение до и послеполуденных сумм прямой солнечной радиации, зависящей от суточного хода облачности. Установлено, что превышение сумм на восточную стену составляет 18 % прихода прямой радиации на западную стену. В среднем на восточную стену поступает в 2...3 раза большее количество радиации, чем на южную, а на западную – в 1,9 раза, что связано с высокой прозрачностью атмосферы воздуха в утренние часы и суточным ходом облачности.

Автором также рассмотрено распределение суточных сумм радиации на стены различной ориентации. Суточные значения солнечной радиации, поступающие на стены здания, имеют значительную временную изменчивость. Наибольшая изменчивость приходится на южную стену, наименьшая характерна для юго-западной стены. Коэффициент вариации указывает на максимальную изменчивость солнечной радиации, поступающей на южную стену, примерно на 9 процентов, превышающую изменчивость радиации, приходящей на юго-восточную стену. Наибольшие значения коэффициента вариации и среднеквадратического отклонения, автор объясняет одновременным действием различных факторов, определяющих приток радиации и на стены здания [2].

В процессе переноса излучения помимо прямой солнечной радиации, в атмосфере имеется также и рассеянная солнечная радиация, распространяющаяся во всех возможных направлениях. У.М. Султангазиным, А.Х. Ахмеджановым, Т.К. Карадановым в [4] представлен алгоритм расчета интенсивности многократного рассеяния излучения на основе спутниковых данных, описана численная реализация восстановления альбедо земной поверхности по данным космического зондирования. Определены значения параметров, обуславливающих данный процесс, таких как: поток солнечной радиации, поступающий на верхнюю границу атмосферы; оптическая толщина атмосферы, показывающая степень ослабления солнечной радиации при прохождении атмосферы; индикатриса рассеяния; коэффициент рассеяния; общий коэффициент ослабления; плотность атмосферы; использован стандартный профиль температуры. Представлен ал-

горитм расчета интенсивности излучения с учетом многократного рассеяния в атмосфере, который может быть применен в задачах восстановления параметров атмосферы и атмосферной корреляции космических изображений по спутниковым данным.

В данной работе приведена оценка потоков солнечной радиации на перпендикулярную лучам (S) и горизонтальную (S') поверхности по территории Казахстана в весенний период с 2002 до 2006 года в центральном месяце сезона – апреле. Исходными данными при исследовании служили потоки прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность для 10 метеорологических станций (М).

Были проанализированы средние многолетних значений S и S' . В табл. 1 приведены средние многолетние суммы прямой солнечной радиации на нормальную к лучу и горизонтальную поверхности для апреля.

Из данных табл. 1 следует, что на горизонтальную поверхность приток солнечной радиации меньше. Максимальный приток солнечной радиации за сутки (за месяц) на перпендикулярную поверхность наблюдается на М Аральское Море и составляет 27,7 МД/м² (834 МД/м²), минимум же данного притока – на Алматы ОГМС со значением 22,1 МД/м² (656 МД/м²). На горизонтальную поверхность максимум – на М Айдары 16,3 МД/м² (489 МД/м²), минимум – в Уральске 12,9 МД/м² (400 МД/м²).

Солнечное сияние является одним из важнейших факторов формирования климата. Продолжительность солнечного сияния в любом пункте зависит от долготы дня, определяемой географической широтой и временем года, условий облачности и возрастает с севера на юг (табл. 2). Однако широтное распределение солнечного сияния часто нарушается различной повторяемостью облачности, обусловленной особенностями атмосферной циркуляции. Уменьшение продолжительности солнечного сияния отмечается и в больших городах из-за наличия большого количества аэрозолей в атмосфере, а на улице – из-за защищенности домами.

Продолжительность солнечного сияния в Казахстане вследствие большой протяженности территории с юга на север и наличия гор колеблется в широких пределах. Число часов солнечного сияния в апреле изменяется с севера на юг от 247 ч в Рудном до 192 ч в Алматы. Самой солнечным является М Аральское Море, где число дней без солнца равно одному, максимальное число дней без солнца приходится на М Алматы.

Средние суммы солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности в апреле, МД/м²

Станция	Многолетние значения								Δ, %			
	1962 ...1980 гг				2002...2006 гг.				перпендикулярная поверхность (s)		горизонтальная поверхность (s´)	
	перпендикулярная поверхность (s)		горизонтальная поверхность (s´)		перпендикулярная поверхность (s)		горизонтальная поверхность (s´)					
	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц	за сутки	за месяц
Айдарлы	26,8	802	16,3	489	27,8	838	16,9	507	3,7	4,5	3,7	3,6
Алматы, агро	22,5	705	14,2	438	20,8	624	13,1	392	-7,6	-11,5	-7,7	-10,5
Алматы, ОГМС	22,1	656	13,7	413	20,4	613	12,9	387	-7,7	-6,6	-5,8	-6,3
Аральское Море	27,7	834	16,1	484	27,0	812	16,1	484	-2,5	-2,6	0,0	0,0
Жезказган	27,2	813	15,7	472	27,4	821	16,0	480	0,7	1,0	1,9	1,8
Рудный	24,6	737	13,1	345	24,4	731	13,5	384	-0,8	-0,8	3,1	11,3
Семипалатинск	25,5	765	14,5	434	24,5	735	14,6	443	-3,9	-3,9	0,7	2,0
Уральск	23,1	720	12,9	400	20,1	608	11,2	354	-13,0	-15,6	-13,2	-11,5
Астана	24,8	765	13,9	423	22,3	659	12,5	375	-10,1	-13,9	-10,1	-11,4
Селезневка	26,4	780	14,8	435	23,9	717	14,1	424	-9,5	-8,1	-4,7	-2,4
среднее	25,1	758	14,5	433	23,9	716	14,1	423	-5,1	-5,7	-3,2	-2,3

Примечание: под Δ следует понимать изменение притока прямой солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности за период 2002...2006 гг. по отношению к многолетним данным за период 1962...1980 гг., выраженное в %.

Характеристики продолжительности и суточный ход солнечного сияния в апреле за 2002...2006 гг.

Станция	Продолжительность, ч	Средняя продолжительность за день часов с солнцем	Число дней без солнца
Алматы, ОГМС	192	7,4	4
Аральское Море	261	9,0	1
Жезказкан	248	8,9	2
Рудный	247	9,2	3
Семипалатинск	236	8,4	2
Уральск	228	8,4	3
Астана	231	8,2	2
Селезневка	245	9,1	3

По данным о притоке прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность 2002...2006 гг. были найдены значения прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность по следующей формуле [3]:

$$S' = S \sin h_c, \quad (1)$$

где S' – потоки солнечной радиации на горизонтальную лучам поверхность, S – потоки солнечной радиации на перпендикулярную лучам поверхность, $\sin h_c$ – синус высоты Солнца.

Далее были 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.

В основу метода расчета сумм радиации положено допущение о линейном изменении средних месячных интенсивностей от срока к сроку [3]. При таком предположении можно получить сумму радиации за промежуток времени между сроками, подсчитав площадь трапеции. Основания трапеции графически представляют средние месячные интенсивности в соседние сроки, высота трапеции – интервал времени между сроками, выраженный в минутах.

При подсчете сумм радиации за начальный и конечный сроки принимается время восхода и захода солнца, иными словами, в эти моменты времени интенсивность радиации считается равной нулю.

Сумма радиации за промежуток времени от восхода солнца до первого срока наблюдений (так же как и до последнего срока наблюдений, до захода солнца) выражается площадью треугольника. Основание треугольника графически выражает среднюю месячную интенсивность радиации в первый срок наблюдения (или в последний), высота треугольника – интервал времени между восходом и первым сроком (или между последним сроком и заходом солнца). Поскольку расчет сумм производится по средним месячным интенсивностям, отнесенным к срокам среднего солнечного времени, время захода и восхода для широты данного пункта берется среднее солнечное. При этом средние месячные интенсивности относятся к середине месяца, то есть к 15 числу, на которое и берется время восхода и захода солнца.

Конечная величина, полученная от сложения площади треугольников и трапеций, характеризует радиацию за сутки. Сумма за месяц получается от умножения суточной радиации на число календарных дней в данном месяце. Расчет производится по следующим формулам [3]:

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

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

где S_1 – средняя месячная интенсивность суммарной радиации в первый срок, S_2 – средняя месячная интенсивность суммарной радиации во второй срок, S_n (в данном случае S_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.

Результаты расчетов сумм солнечной радиации на перпендикулярную лучам и горизонтальную поверхности для апреля представлены в табл. 1. Приток радиации на перпендикулярную поверхность за сутки (за месяц) колеблется от 20,1 МД/м² (608 МД/м²) в Уральске до 27,8 МД/м² (838 МД/м²) в Айдарлах. Значения S' изменяются от 11,2 МД/м² (354 МД/м²) в Уральске до 16,9 МД/м² в Айдарлах (507 МД/м²).

Большое влияние на значения S и S' оказывает географическая широта и высота станции над уровнем моря, так как с увеличением высоты приток радиации возрастает.

Краткий итог. В ходе проведенной работы установлено, что в период с 2002 по 2006 гг. приток прямой солнечной радиации на горизонтальную и перпендикулярную поверхности в апреле, по сравнению со средними многолетними значениями, уменьшился на 3...4 % по всем рассматриваемым станциям, за исключением М Айдарлы и М Рудный. Предположительно такое изменение связано с большей замутнёностью атмосферы в последние годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Берлянд Т.Г. Межсуточная изменчивость солнечной радиации в северном полушарии // Труды ГГО. – 1968. – Вып. 233. – С. 3-16.
2. Полякова С.Е. Нормализация рядов суточных сумм прямой солнечной радиации // Вестник КазНУ:– 2002. – Вып. 1(14). – С. 54-63.
3. 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. – № 3. – С. 7-19.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНДА СӘУІР АЙЫНДА КҮН РАДИАЦИЯСЫ АҒЫНДАРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

К.И. Десятова

2002...2006 жж. кезеңінде көктемде Қазақстан аймағының көлденең бетіне түсетін тіке күн радиацияның орташа айлық мәндері, перпендикулярлы және көлденең беткейлердегі тіке радиацияның тәуліктік және айлық қосындысы есептелген. Қарастырылып отырған кезеңде 1962...1980 жж кезеңімен салыстырғанда түскен радиацияның мөлшері 3...4 %-ға төмендегенін көрсетеді, бұл атмосфера ластануының өсуіне байланысты болуы мүмкін.

УДК 504.38: 631.581 (574.1)

ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПРИУРАЛЬЕ

Е.Н. Баймуканов

Н.Х. Жаркеев

Изучена динамика основных климатических показателей региона в связи с выращиванием яровых зерновых культур в полевых севооборотах Приуралья. Рассмотрены агроклиматические факторы формирования урожайности яровой пшеницы и проса в годы с различной влаго- и теплообеспеченностью.

Глобальное изменение на планете требует новой оценки роли климата как фактора почвообразования и жизни растений на основе законов горизонтальной, вертикальной, фациальной зональности почв, единства взаимообусловленного развития фитоценоза и его местообитания, многолетнего режима погоды, годовой, сезонной, месячной и суточной динамики биометеорологических элементов в зависимости от высоты, долготы и широты географической территории.

Западно-Казахстанская область находится на стыке Европы и Азии, располагаясь между 51°47' и 47°37' с.ш. в зоне сухих степей с каштановыми почвами. Она занимает площадь 5,6 млн. га, среди которых темно-каштановый подтип почв – 2,3 млн. га. Темно-каштановый подтип почв имеет более благоприятный гидротермический режим. Здесь, в культурных агрофитоценозах, без орошения возделываются яровые ранние пшеница и ячмень, яровые поздние просо и кукуруза, озимые рожь и пшеница, травы суданка и житняк, позволяющие полно использовать биологический потенциал этих культур с учетом продолжительности периодов вегетации и покоя, обусловленные переходом среднесуточных температур воздуха через плюс 5 °С [1, 2].

Агроклиматические условия региона изучали по плану научных исследований кафедры земледелия и агрохимии Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир Хана при закладке и проведении стационарного полевого опыта по разработке различных систем основной обработки зяби под яровую пшеницу и просо в полевом севообороте с чередованием культур: 1. Черный пар, 2. Озимые культуры, 3. Яровая пшеница, просо, 4. Ячмень. Опытный участок находился в крестьянском хозяйстве

«Акколь» Теректинского района, расположенном в первой природно-экономической зоне Западно-Казахстанской области.

В опыте изучались способы разноглубинной основной обработки зяби под яровую пшеницу и просо после озимых культур, что определяет научную новизну и практическую значимость исследований. Сопутствующие наблюдения и исследования проводили по общепринятым методикам [5, 7].

Выполнение работы невозможно без детального учета биологических особенностей возделываемых культур и агроклиматических особенностей региона с учетом динамики их изменений за длительный период.

Пахотный слой темно-каштановой почвы содержит 2,03 % гумуса, 0,10 и 0,12 % валового азота и фосфора соответственно. Содержание гидролизуемого азота 1,68 мг/100 г, подвижных форм фосфора – 1,90 и обменного калия – 31 мг/100 г почвы.

За 75 лет 20 века [4, 6] средняя годовая температура и относительная влажность воздуха составляли 4,7 °С и 71 %, сумма атмосферных осадков и испаряемость достигали 287 мм и 861 мм с соответствующим им коэффициентом увлажнения 0,33, который отражал многолетний гидротермический режим погоды на широте 51° с.ш. подзоны темно-каштановых почв Приуралья и указывал границу семиаридного и аридного климата (табл. 1). Самый холодный месяц январь был с температурой минус 13,9 °С, а сумма отрицательных температур воздуха за период ноябрь – март, равнялось – 1426 °С, в течение которого выпало 106 мм осадков и, как минимум, 65 мм сохранялось без проведения накопительных агромероприятий. Самым жарким был июль с температурой воздуха 22,6 °С, сумма положительных температур за апрель – октябрь составляла 3148 °С, в том числе выше 10 °С за май – сентябрь равнялась 2806 °С, а этот показатель обуславливает суббореальный климат, который при осадках 130 мм и испаряемости 720 мм дополнительно характеризуется как сухой с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 0,46 и коэффициентом увлажнения 0,18. При этом коэффициенты увлажнения июня и августа еще ниже и составляли 0,15 и 0,16. Осень теплее весны на 0,4 °С, но за счет большого количества осадков осени, коэффициент увлажнения выше весеннего в два раза.

Анализ многолетних метеорологических элементов показывает, что за последние 25 лет 20 века [8] среднегодовая температура воздуха повысилась на 1,2 °С, и процесс потепления климата продолжается в 21 веке, так как за пять лет температура стала выше на 1,5 °С.

Основные агрометеорологические элементы в подзоне темно-каштановых почв, (М Уральск)

Месяц, период	Средняя температура воздуха по годам, °С				Сумма осадков по годам, мм				Испаряемость по годам, мм			
	1901...1976, (75 лет)	1976...2001, (25 лет)	1901...2001, (100 лет)	2001...2006, (5 лет)	1901...1976, (75 лет)	1976...2001, (25 лет)	1901...2001, (100 лет)	2001...2006, (5 лет)	1901...1976, (75 лет)	1976...2001, (25 лет)	1901...2001, (100 лет)	2001...2006, (5 лет)
Сентябрь	13,8	14,0	13,8	15,1	22	28	23	17	70	77	72	109
Октябрь	5,0	5,7	5,2	6,1	30	36	32	57	44	42	44	43
Ноябрь	-3,1	-2,4	-2,9	-1,3	28	28	28	31	15	16	15	16
Декабрь	-9,9	-8,3	-9,5	-8,8	23	31	25	32	8	10	8,5	10
Январь	-13,9	-11,0	-13,2	-10,4	20	26	22	26	4	7	5	7
Февраль	-13,6	-11,0	-13,0	-10,5	15	21	16	16	4	7	5	7
Март	-6,8	-4,8	-6,3	-3,1	20	19	20	33	10	14	11	18
Апрель	6,1	7,9	6,6	7,2	21	21	21	21	56	68	59	64
Май	15,2	15,8	15,4	15,7	23	28	24	21	138	142	139	137
Июнь	20,1	20,9	20,3	19,8	26	34	28	33	172	174	172	159
Июль	22,6	22,7	22,6	22,2	35	39	36	55	190	186	189	190
Август	19,9	20,3	20,0	21,7	24	36	27	17	150	156	152,5	184
Осенний	5,2	5,8	5,4	6,6	80	92	83	105	129	135	131	168
Зимний	-12,4	-10,1	-11,8	-9,9	58	78	63	74	16	24	18	24
Весенний	4,8	6,3	5,2	6,6	64	68	65	75	204	224	209	219
Летний	20,9	21,3	21,0	21,2	85	109	91	105	512	516	513	533
За год	4,7	5,9	5,0	6,2	287	347	302	359	861	899	871	944

Агроклиматические условия в годы исследований

Месяц, период	Средняя температура по годам, °С					Сумма осадков по годам, мм					Испаряемость по годам, мм				
	1976...2006	2002...2003	2003...2004	2004...2005	2005...2006	1976...2006	2002...2003	2003...2004	2004...2005	2005...2006	1976...2006	2002...2003	2003...2004	2004...2005	2005...2006
Сентябрь	14,2	15,7	15,1	14,6	16,8	26,2	18,9	8,3	8,3	13,0	83,0	116,3	110,0	112,9	132,1
Октябрь	5,8	4,6	6,4	7,7	6,4	39,5	95,4	76,3	39,6	55,1	42,3	37,5	51,3	37,8	44,6
Ноябрь	-2,2	0,4	-3,5	-0,8	0,2	28,5	32,3	15,6	31,0	61,5	16,8	22,1	10,8	15,8	16,0
Декабрь	-8,4	-10,2	-18,6	-4,2	-6,2	31,2	25,7	21,6	25	22,7	10,2	8,1	2,9	14,5	10,5
Январь	-10,9	-9,9	-9,5	-9,1	-17,6	26	38,5	28,3	9,9	21,6	6,6	6,9	7,1	8,1	3,1
Февраль	-10,9	-12,7	-9,7	14,5	-13,0	20,2	12,7	17,1	12,1	6,5	6,7	4,6	7,9	3,7	5,3
Март	-4,5	-8,6	-0,6	-5,8	-3,1	21,3	8,3	40,8	49,6	15,9	14,1	8,0	18,8	18,5	14,3
Апрель	7,8	6,5	6,6	7,7	8,9	21,0	10,2	30,7	2,9	37,9	67,4	58,9	84,5	69,3	62,0
Май	15,8	15,7	16,4	18,8	15,5	26,8	24,7	14,4	9,3	36,8	142,4	144,8	141,6	171,3	125,1
Июнь	20,7	15,6	21,0	23,1	20,6	33,8	51,6	17,2	18,5	29,5	172,9	130,6	167,6	204,1	149,7
Июль	22,6	22,5	21,8	22,4	19,6	41,7	77,1	87,5	66,3	38,2	185,4	184,6	175,2	192,2	159,1
Август	20,5	21,9	22,2	22,2	23,2	32,9	38,8	15,5	2,0	15,3	161,7	167,8	190,6	178,2	224,7
Осенний	5,9	6,9	6,0	7,2	7,8	94,2	146,6	100,2	78,9	129,6	142,1	175,9	172,1	166,5	192,7
Зимний	-10,0	-10,8	-12,7	-9,1	-12,2	77,4	76,9	67,0	47,0	50,8	23,5	19,6	17,9	26,3	18,9
Весенний	6,4	4,5	7,5	6,9	7,1	69,1	43,2	85,9	61,8	90,6	223,9	211,7	244,9	259,1	201,4
Летний	21,3	20,0	21,7	22,7	21,1	108,3	167,7	123,2	86,8	83	520,0	483,0	533,4	574,5	533,5
За год	6,0	5,2	5,7	7,0	6,0	349	434,2	376,3	274,5	354	909,5	890,2	968,3	1026,4	946,5

Влагообеспеченность и продуктивность яровых зерновых культур

Показатель	Период исследований															
	2002...2003 гг.				2003...2004 гг.				2004...2005 гг.				2005...2006 гг.			
	покой	вегетация			покой	вегетация			покой	вегетация			покой	вегетация		
		в зоне	пшеница	просо		в зоне	пшеница	просо		в зоне	пшеница	просо		в зоне	пшеница	просо
Продолжительность периода	12.10...07.04	07.04...17.10	16.05...17.08	27.05...25.08	18.10...08.04	09.04...12.10	08.05...05.08	27.05...17.08	13.10...13.04	14.04...20.10	10.05...05.08	28.05...14.08	21.10...31.03	01.04...11.10	06.05...09.09	26.05...20.08
Число дней	178	193	94	91	174	187	90	83	183	190	88	79	162	194	96	87
T	-6,2	15,8	19,4	19,7	-6,5	17,0	20,3	21,5	-4,2	18,0	22,3	22,7	-6,0	16,7	19,1	20,6
f	81	60	56	57	77	58	55	56	79	57	51	52	80	60	58	56
АО	181,4	250	167	170	166	184	116	114	153	146	87	87	148	233	120	93
E	87,6	811	495	473	93	864	499	476	114	946	577	530	65,0	862	475	475
KY	2,1	0,31	0,34	0,36	1,8	0,22	0,23	0,24	1,3	0,15	0,15	0,16	2,3	0,27	0,25	0,20
ГТК		0,82	0,92	0,94		0,61	0,64	0,64		0,43	0,44	0,48		0,72	0,65	0,52
У, ц/га			10,0	16,4			3,2	13,3			1,0	3,4			8,2	9,2

Примечание: T – температура воздуха, °C; f – относительная влажность воздуха, %; АО – атмосферные осадки, мм; E – испаряемость, мм; KY – коэффициент увлажнения; ГТК – гидротермический коэффициент; У – урожайность зерновых культур, ц/га.

Потепление климата касается всех месяцев и сезонов календарного года, но особенно зимне-весеннего периода. В среднем за последние 25 и 5 лет по сравнению с предшествующими 75 годами зима стала теплее на 2,3 °С и 2,5 °С, а январь соответственно на 2,9 °С и 3,5 °С и его температура удерживается на уровне февраля. Весна становится жарче на 1,5 °С и 1,8 °С, что приводит к снижению относительной влажности на 2 % и увеличивает вероятность воздушной засухи. Повышение температуры воздуха в апреле ускоряет среднесуточный переход через +5 °С, который обуславливает важнейший биометеорологический показатель – время возобновления весенней вегетации (ВВВВ) культурных и диких растений.

В северной части подзоны, оптимальное ВВВВ наступает 7 ± 2 апреля, в южной части – 20 ± 2 марта. Годы с отклонением от этих календарных дат характеризуются ранним и поздним ВВВВ, экологическая эффективность которых проявляется в Западном Казахстане [3] при возделывании озимых и многолетних трав, плодовых и ягодных культур, а их зональная технология строго дифференцирована от ВВВВ. Кроме того, засушливость апреля обуславливает стабильность осадков во все годы наблюдений на уровне 21 мм, что при увеличении испаряемости до 68 мм снижает коэффициент увлажнения с 0,38 до 0,31, и этот засушливый месяц становится сухим. Температура весны достигает, или даже на 0,5 °С превышает, средний показатель осенних месяцев, среди которых особое место занимает октябрь, обуславливающий в подзоне исследований время прекращения осенней вегетации (ВПОВ) всех растений и начало их покоя. ВПОВ в среднем на севере наступает 20 ± 2 , а на юге 31 ± 2 и эти сроки определяют процесс накопления и сохранения выпадающих осадков – единственного источника влагообеспеченности автоморфных почв и неорошаемых культур.

По-прежнему июль остается жарким и дождливым, а коэффициент увлажнения возрастает с 0,18 до 0,29 за счет увеличения осадков на 20 мм. Но за последние пять лет преимущество увлажнения переходит октябрю, так как осадков стало выпадать на 27 мм больше, из которых 14 мм сохраняются в почве. Однако одновременно отмечается влияние весенних и летних засух и коэффициенты увлажнения мая и августа снижаются до 0,15 и 0,09.

Следовательно, повышение температуры воздуха и снижение относительной влажности за последние 25 и 5 лет увеличивают испаряемость в подзоне на 38 мм и 83 мм, но одновременно сумма осадков возрастает соответственно на 60 мм и 72 мм, а коэффициент увлажнения стабилизируется на уровне 0,38, характеризуя семиаридный климат с резкой динамичностью основных метеопоказателей в годы исследований (табл. 2).

Так, 2002...2003 с.-х. год самый благоприятный с коэффициентом увлажнения 0,49, среднесуточной температурой 5,2 °С и количеством осадков 434,2 мм, что больше на 57,9...159,7 мм по сравнению с последующими годами. Минимальное накопление осадков за октябрь – март составило 125,7 мм, но за этот период их сохранялось 93,8 мм (74,8 %), так как ВПОВ 2002 г. зафиксировано 11 октября, а ВВВВ 2003 г. 8 апреля, и вегетация в зоне продолжалась до 18 октября.

За вегетационный период 2003 г. сухими отмечены апрель, май и август с коэффициентами увлажнения 0,17 и 0,20 и очень сухим был сентябрь с коэффициентом увлажнения 0,08. Июнь и июль имели коэффициент увлажнения 0,40 и 0,42, что существенно отразилось на продуктивности пшеницы и проса. 2003...2004 с.-х. год с коэффициентом увлажнения 0,39 по сравнению с 2002...2003 годом был теплее на 0,5 °С, что увеличило испаряемость на 78,1 мм, а сумма осадков уменьшилась на 57,9 мм.

Накопление осадков за октябрь – март составило 100,9 мм, но за период покоя с 18 октября по 8 апреля их сохранилось 72,9 мм (72,2 %). За период вегетации культур благоприятными были только апрель и июль с коэффициентом увлажнения 0,36 и 0,50. Четыре месяца: май, июнь, август и сентябрь, были очень сухие с коэффициентом увлажнения менее 0,10. 2004...2005 с.-х. год острозасушливый с коэффициентом увлажнения 0,27, тогда как благоприятный 2002...2003 год был жарче на 1,8 °С и суше на 2 %, сумма осадков уменьшилась на 159,7 мм (в 1,6 раза), а испаряемость увеличилось на 136,2 мм. За октябрь – март осадков усвоено 68,8 мм, и сохранность их за период покоя с 13 октября по 13 апреля составила 57 % (39,3 мм). Вегетация в подзоне проходила при комбинированной засухе с коэффициентами увлажнения в апреле и мае 0,04...0,09, в августе и сентябре соответственно 0,10 и 0,10.

2005...2006 с.-х. год по влагообеспеченности является средним с коэффициентом увлажнения 0,37, температурой 6,0 °С, суммой осадков 354 мм и испаряемостью 946 мм. Благоприятными были осень и весна с коэффициентами увлажнения 0,67 и 0,45. Поэтому усвоение осадков за октябрь – март составило 89,2 мм и их высокая сохранность за период покоя с 21 октября по 31 марта составила 82,8 мм (92,8 %). Летний коэффициент увлажнения 0,16 с благоприятными июнем и июлем, но очень сухим августом – с коэффициентом увлажнения 0,07.

Анализ многолетних данных, отражающий показатели календарного, сельскохозяйственного и статистического годов, отдельных сезонов,

месяцев, холодного и теплого периодов, обуславливают объективные выводы и закономерности динамики основных метеорологических элементов и достаточно полно характеризуют почвенно-климатический потенциал зоны, подзоны и конкретного хозяйства.

Однако для оценки продуктивности растений на производстве и в научных исследованиях необходимо дополнительно использовать биоклиматический потенциал, отражающий биологию и технологию возделывания многолетних, озимых, яровых ранних и поздних культур с ежедневным учетом погоды и фаз развития на каждом поле, на метеопостах, в течение биологического года, состоящего из периодов покоя и вегетации в зоне. Он по продолжительности может не совпадать с календарным годом, что существенно влияет на накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги (табл. 3).

2002...2003 биологический год продолжался 371 день, с ранним началом и оптимальным сроком окончания периода покоя, когда в течении 178 дней температура воздуха составила минус 6,2 °С, относительная влажность – 81 %, испаряемость – 87,6 мм, а накопление и сохранение влаги в пределах 94...125 мм. Период вегетации в подзоне с оптимальным ВВВВ и оптимальным ВПОВ продолжался 193 дня с температурой воздуха 15,8 °С и осадками больше многолетней нормы на 58 мм. За счет усвоения осадков в период покоя, весенние запасы влаги темно-каштановой слабосолонцеватой почвы в слое 0...84 см находились на уровне наименьшей влагоемкости (НВ), а в метровом слое – 81...93% НВ, которые, несмотря на майскую атмосферную засуху, обусловили появление дружных всходов яровой пшеницы и проса, нормальный рост и развитие в течение 94 и 91 дней вегетации с осадками 167,4 и 169,5 мм. Это обеспечило урожайность зерна 10,0 и 16,4 ц/га.

2003...2004 биологический год длился 361 день (короче предыдущего на 10 дней) и характеризовался оптимальным периодом покоя продолжительностью 174 дня с усвоением 44...61 % осадков, а весенние запасы почвенной влаги в метровом слое составляли 73...84 % НВ. Период вегетации в подзоне с оптимальным ВВВВ и ранним ВПОВ отличался сухой погодой с коэффициентом увлажнения 0,22, что отразилось на урожайности яровых культур. Посевы яровой пшеницы в критические периоды попали под весенне-летнюю засуху с коэффициентом увлажнения 0,10 и сформировали урожай на уровне 3,2 ц/га. Посевы проса меньше пострадали от июньской засухи, так как критический период проходил в июле с коэффициентом увлажнения 0,5, но августовская засуха отрицательно повлияла на налив зерна и урожайность проса составила 13,3 ц/га.

2004...2005 биологический год продолжительностью 373 дня был самым неблагоприятным из четырех лет исследований. За период покоя с ранним началом и поздним окончанием выпало 153 мм осадков, но при испаряемости 114 мм процент их усвоения составил всего 25,7, а запасы продуктивной влаги сохранились только в пахотном слое. Поэтому на фоне почвенной засухи губительное действие оказала воздушная комбинированная засуха и средняя урожайность пшеницы и проса находилась в пределах 1,0...3,4 ц/га.

2005...2006 биологический год характеризуется оптимальным началом периода покоя, ранним ВВВВ и ВПОВ, продолжительностью 356 дней и коэффициентом увлажнения 0,41. Степень усвоения осадков составила 56...60 %, весенние запасы влаги увеличились на 83...89 мм, глубина промачивания до уровня НВ достигала 50...60 см, а влажность метрового слоя удерживалась на уровне 77...80 % НВ. Коэффициент увлажнения периода вегетации яровой пшеницы был равен 0,27 и уступал только благоприятному 2003 г., что обусловило средний урожай зерна по вариантам опыта 8,2 ц/га. Степень увлажнения посевов проса была ниже, чем в 2003 и 2004 гг., что позволило получить урожай 9,2 ц/га.

Таким образом, дополнительный анализ отдельных биологических лет с учетом метеоданных и продолжительности периодов покоя и вегетации в подзоне темно-каштановых почв свидетельствует о потеплении климата и увеличении суммы осадков. Поэтому необходим новый подход к освоению зональных технологий возделывания всех культур. При этом динамика ВПОВ и увеличение сумм осадков в октябре, требует изучения системы основной обработки черных паров и зяби после разных предшественников, а раннее ВВВВ в апреле обуславливает дифференцированный подход к срокам и нормам посева яровых ранних и поздних культур в Приуралье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Уральской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 128 с.
2. Агроклиматический справочник по Западно-Казахстанской области. – Алма-Ата: Казгосиздат, 1960. – 125 с.
3. Архипкин В.Г. Время возобновления весенней вегетации и продуктивность озимых культур / В.Г. Архипкин, В.В. Вьюрков // Тезисы докл. XXVII науч.-практ. конф. проф.- препод. состава Зап.-Казахст. СХИ. – Уральск, 1993. – С. 11-13.

4. Буянкин В.И. Погода и урожай на западе Казахстана. – Уральск, 1998. – 130 с.
5. Доспехов Б.А. Методика опытного дела: с основами статистической обработки результатов исследований – М.: Колос, 1985. – 351 с.
6. Зональные системы земледелия Западно-Казахстанской области. – Алма-Ата: Изд-во «Кайнар», 1985. – 186 с.
7. Наставление по производству агрометеорологических наблюдений на гидрометеостанциях и постах. ПР 52.4.05.05. Выпуск II. Часть 1. Основные агрометеорологические наблюдения. Книга I. Производство агрометеорологических наблюдений. – Алматы, 2005. – 269 с.
8. Система ведения сельского хозяйства Западно-Казахстанской области. – Уральск, 2004. – 276 с.

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир Хана,
г. Уральск

ОРАЛ ӨНЕРІНДЕ ЖАЗДЫҚ БИДАЙДЫ ӨНДІРУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ АГРОКЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЛАРДЫҢ ӨЗГЕРУІ

Е.Н. Баймұқанов
Н.Х. Жаркеев

Орал өнерінде ауыспалы егістікте дәнді дақылдардың жаздық бидайын өндіруге байланысты негізгі климаттық көрсеткіштердің динамикасы зерттелген. Әртүрлі ылғалдылықты және жылылығы мол жылдары жаздық бидай мен тары дақылдары өнімділігінің калыптасуының агроклиматтық факторлары қарастырылған.

УДК 551.311.21: 627.141.2

**К ОБОСНОВАНИЮ ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
СЛУЖБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБ УГРОЗЕ СЕЛЕЙ**

Б.О. Баймагамбетов

Низкая оправдываемость прогноза селей дождевого генезиса объясняется главным образом нерешенностью проблемы прогноза продолжительности, интенсивности и фазового состояния осадков. Наличие и доступность современных средств получения, передачи и обработки данных, необходимых для прогноза селей, а также доведения информации о грозящей опасности до различных категорий потребителей, позволяют совершенствовать службу предупреждения с помощью серии уточняющих прогнозов.

Сели, формирующиеся в горных районах Казахстана, могут носить катастрофический характер, следствием которого является не только большой экономический ущерб, но и гибель людей. Сооружение в последние десятилетия крупных селезащитных плотин, преимущественно в долинах крупных рек Заилийского Алатау, в значительной мере снизило остроту проблемы защиты населения и объектов хозяйственного назначения в зонах, расположенных в их нижнем бьефе. Однако плотины не уменьшили риск пребывания людей и функционирования объектов в тех частях долин, которые расположены выше (по течению рек) упомянутых селезащитных сооружений. Десятки людей погибли во время селей 1963 г. (бассейн р. Есик) и 1973 г. (бассейн р. Киши Алматы). Только незначительные масштабы селя 2006 г. позволили избежать трагических последствий в бассейне р. Улькен Алматы.

Изменение климата, вызванное глобальным потеплением, создало условия, благоприятствующие образованию водоледовых селей, способных формироваться даже на территориях населенных пунктов и приводить к гибели людей.

Далеко не в полной мере могут считаться безопасными и территории, примыкающие к участкам русел рек, расположенным ниже упомянутых плотин. Нерегулируемые водосбросы плотин (до 30 м³/с на р. Киши Алматы и до 45 м³/с на р. Улькен Алматы) [6] при прохождении крупных селей создадут паводки, способные привести к гибели сотен людей, отды-

хающих у рек и не подозревающих о надвигающейся угрозе из-за постоянного шума горных рек.

Необходимо учитывать и то обстоятельство, что при выпадении выдающихся ливней достаточно крупные сели и паводки могут формироваться и в бассейнах притоков р. Киши Алматы, впадающих в нее ниже плотины в урочище Медеу (Кимасар, Бутаковка, Прямуха и др.).

Одной из мер, позволяющих уменьшить ущерб, наносимый селями, является своевременное оповещение о надвигающейся опасности, позволяющее не только свести к минимуму человеческие жертвы, но и, в определенной мере, спасти движимое имущество. Информация об угрозе поражения селом, исключая внезапность его появления, предупреждает панику и позволяет проводить организованную эвакуацию людей и имущества.

В связи с этим, вопросы о необходимости организации Службы предупреждения о селях, принципах ее организации, техническом оснащении и режиме функционирования поднимались более полувека назад [3]. Разрабатывались и проходили опытную эксплуатацию методики прогноза гляциальных и дождевых селей, конструировались и выпускались опытными партиями технические системы оповещения о селевой опасности. К сожалению, фоновый характер прогнозов, при котором оповещение о селях распространяется на все территории, примыкающие к горным хребтам, а также низкая оправдываемость прогнозов не только подрывают доверие к ним, но и снижают эффективность использования природных ресурсов в целях рекреации. Достаточно надежно эксплуатировавшаяся в системе Казгидромета система оповещения о селевой опасности (радиооповеститель селей – РОС) еще в конце прошлого века морально и физически устарела и выведена из эксплуатации. Необходимо заметить, что ранее созданные и вновь разрабатываемые системы оповещения о селях имеют малую заблаговременность, равную времени добегания селей до объектов потенциального воздействия и исчисляемую первыми десятками минут. Отсутствие автоматических систем оповещения о селях в настоящее время в какой-то мере компенсируется созданием временных постов наблюдений, осуществляемым ГУ «Казселезащита» в высокогорной зоне. Однако их малочисленность, отсутствие средств измерения характеристик селей, практически полная неработоспособность в тумане и в ночное время не отвечают современным требованиям.

Увеличение заблаговременности оповещения о селях гляциального генезиса может быть достигнуто установкой на поверхностных водоемах моренно-ледниковых комплексов датчиков, реагирующих на быстрое изменение уровня воды в упомянутых водоемах, а также сейсмических датчиков, регистрирующих колебания, возбуждаемые прорывными паводками в горных породах. Заблаговременность прогноза катастрофических селей дождевого генезиса может быть увеличена «... за счет учета селеобразующего дождя во время его выпадения. Используя данные о ходе дождя, по генетической формуле можно приближенно подсчитать максимальные расходы». На такую возможность указывается в работе, опубликованной еще в 1953 году [3], а почти 30 лет спустя – в работе [2], принадлежащей перу известного исследователя селей Ю.Б. Виноградову: «... дело с прогнозом погоды обстоит неважно, а уж с количественным прогнозом ливней просто отвратительно. Однако, с моей точки зрения, все-таки имеется один еще неиспользованный шанс. Метеорологи почему-то не пытаются прогнозировать продолжительность и интенсивность ливня уже начавшегося, уже идущего. Многие неопределенности, сводящие на нет заблаговременный (24 или 12 ч) прогноз, уже исчезли, их заменила вполне конкретная ситуация. Вы скажите, что поздно уже копать с прогнозом. Отнюдь нет. Если радиосадомер или метеорологический локатор дает непрерывную информацию непосредственно на ЭВМ, готовую эту информацию воспринять и переломить в селевой прогноз, то значение такого варианта трудно переоценить. Что можно противопоставить такому «сверхкраткосрочному» прогнозу? Только сигнал службы оповещения о прохождении уже сформировавшегося селя в какой-либо точке бассейна, пусть даже сразу ниже селевого очага. Сколько времени у нас есть в запасе? Для объектов, которые первыми войдут в соприкосновение с селем, это время исчисляется минутами, иногда первыми десятками минут. Ну а если заблаговременность предупреждения увеличить еще на 20...40 минут? В большинстве случаев этого достаточно, чтобы избежать жертв и спасти то, что можно убрать из опасной зоны за полчаса – час. Мне думается, если в ближайшем будущем и можно рассчитывать на серьезный прогноз ливневых селей, то именно на такой».

В те времена эти идеи не могли быть реализованы как из-за недостаточного уровня знаний о природе зарождения селей, так и технического уровня обработки и передачи данных в прогностические подразделения. Современный уровень вычислительной техники и передачи данных (в том

числе сотовая и спутниковая связь), а также знаний об условиях формирования селей позволяют создать оперативную систему оповещения о селях, обладающую значительно более высокой степенью достоверности по сравнению с существующими методами прогноза дождевых селей, а также большей заблаговременностью по сравнению с ранее существовавшими и ныне разрабатываемыми системами оповещения о селевой опасности [1].

В работе [3] увеличение заблаговременности предупреждения о селях достигается путем учета синоптической ситуации, на основании анализа уже начавшегося ливня в смежных районах и данных о возможных изменениях путей движения воздушных масс и времени добегания селя по руслу. Считалось, что такой подход к увеличению заблаговременности позволит довести ее величину до 5...8 часов. К сожалению, в обсуждаемой работе не дана оценка увеличения оправдываемости такого предупреждения о селе по сравнению с оправдываемостью суточного прогноза селевого явления, имеющего относительно низкую величину.

Несколько слов о терминах, используемых при обсуждении данной проблемы. Прогноз (от греческого *prognosis* – предсказание, предвидение) «... отображает научно обоснованное развитие и распространение объектов и явлений через определенный промежуток времени в будущем ...» [7], а «предупреждение о селе» – констатация свершившегося события. Следовательно, под «заблаговременностью предупреждения» в работе [3] следует понимать заблаговременность прогноза.

По нашему мнению, прогнозирование селей дождевого генезиса должно состоять из нескольких этапов, каждый из них – иметь своего потребителя:

- прогноз с суточной заблаговременностью доводится до органов, отвечающих за предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций (ЧС);
- прогноз с заблаговременностью 2...5 часов доводится до организаций, чье функционирование может быть нарушено селевым явлением;
- прогноз с заблаговременностью менее двух часов доводится до организаций, отвечающих за обеспечение безопасности на территории, подвергающейся воздействию селей, а также людей, находящихся на упомянутой территории.

Предупреждение о факте селеформирования, получаемое от наблюдателей или с помощью датчиков систем оповещения о селевой опасности, доводится до сведения всех заинтересованных лиц.

Прогнозы селей с суточной заблаговременностью, имеющие низкую оправдываемость из-за нерешенности проблемы количественного прогноза осадков (интенсивности и продолжительности), могут составляться по существующим методикам. Об их низкой оправдываемости широкой общественности не будет известно, а для органов ЧС они будут служить, как минимум, сигналом для тренировки и оценки собственной готовности.

Ошибка прогноза с заблаговременностью 2...5 часов, оправдываемость которого будет в несколько раз выше таковой современных прогнозов селей с суточной заблаговременностью, также не будет слишком обременительна для организаций, чье функционирование может быть нарушено селевым явлением. Об этих ошибках, которые могут подрывать веру в прогнозы селей наиболее уязвимой составляющей потребителей прогноза селей (людей, не имеющих отработанных до автоматизма навыков спасения от грозного природного явления), последние, в своем большинстве, не будут знать. Этот прогноз дается с началом выпадения осадков в случае, если температура воздуха на МС Мынжилки превышает значение, при котором максимально возможное количество осадков, выпадающих за дождь, превышает предкритическое значение. В первом приближении это слой дождя, близкий к 40 мм. Соотношение между слоем дождя и предшествовавшей ему температуре воздуха может быть определено с помощью графика, приведенного в работе [3]. Предвидение наибольшего количества осадков позволяет по известным формулам приближенно оценить среднюю интенсивность ливня и его продолжительность и, следовательно, определить время, за которое слой выпадающего дождя достигнет предкритического значения.

Выпадение 40 мм слоя осадков предваряет начало селеформирования при наиболее благоприятных для него условиях. За время выпадения происходит концентрация быстрого стока в крупных водотоках и их расход может превысить критическое значение, при котором может начать развиваться эрозионно-сдвиговый процесс [4], либо, в значительной мере, произойдет обводнение рыхлообломочных пород в рывинах – стартовых зонах селей дождевого генезиса [5].

И, наконец, прогноз селя с заблаговременностью менее двух часов, ошибочность которого не должна превышать одного раза за летний сезон, составляется после того, как слой выпавших осадков превысит 40 мм. Прогноз должен составляться на основе оперативных данных о температуре воздуха и слое осадков выпавших к моменту выпуска прогноза, их фазовом составе, координатах центра дождя и площади, охваченной осадками, температуре воздуха в различных высотных зонах, степени предшествовавшего увлажнения селеформирующих пород, расходе воды в реках, в руслах которых продолжится формирование селей, общей синоптической ситуации и т.д.

Поскольку слой жидких осадков, выпадение которых приводит к формированию селей в высокогорной зоне, превышает 50...60 мм, заблаговременность прогноза начала селеформирования составит несколько десятков минут, что с учетом времени добегания селя до объектов, которые войдут в соприкосновение с селом, заблаговременность прогноза будет лежать в пределах 0,5...1 час. При современных средствах передачи информации и доведения ее до потребителей этого времени вполне достаточно, чтобы предотвратить гибель людей.

Принятие изложенной выше концепции позволит разработать проект организации Службы предупреждения об угрозе селей на реках Киши и Улькен Алматы, базирующийся на современных представлениях о природе селей дождевого генезиса, формирующихся в высокогорной зоне Заилийского Алатау, новейших средствах получения, передачи и обработки данных, необходимых для прогноза селей, доведения информации о грозящей опасности до различных категорий потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баймолдаев Т., Виноходов В. Казселезащита – оперативные меры до и после стихии. – Алматы: Бастау, 2007. – 284 с.
2. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 144 с.
3. Кавецкий С.П. Обоснование проекта организации службы предупреждений г. Алма-Аты об угрозе селей // Труды Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института. – М.-Л.: Гидрометеиздат, 1953. – Вып. 04. – С. 55-73.
4. Степанов Б.С., Степанова Т.С. Механика селей. – М.: Гидрометеиздат, 1991. – 380 с.

5. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Механизмы, приводящие к формированию селей дождевого генезиса в высокогорной зоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2001. – № 1-2. – С. 74–81.
6. Укращение селей. – Алма-Ата: Казахстан, 1983. – 27 с.
7. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 703 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

**СЕЛДІҢ ҚАУЫП-ҚАТЕРІ ТУРАЛЫ АЛДЫН-АЛА ЕСКЕРТУ
ҚЫЗМЕТТЕРІНІҢ ЖЕТІЛДІРУ МҮМКІНДІКТЕРІН ДӘЙТЕКТЕУ
ТУРАЛЫ**

Б.О. Баймағамбетов

Жаңбырдың даму процессінде селді болжаудың төменгі айқындылығы негізінен жауын-шашынның ұзақтылығын, қарқындылығын және фазалық күйін болжау мәселелерінің шешілуіне байланысты. Селді болжауға қажетті мәліметтерді алу, тарату және өңдеудің заманауы құралдарының болуы және қол жетерлігі, сондай-ақ әр түрлі дәрежедегі тұтынушыларға төніп тұрған қауіп туралы ақпараттарды жеткізу, ескерту қызметін анықтаушы болжамдар серияларының көмегімен жетілдіруге мүмкіндік береді.

УДК 551.324

**ЗАВИСИМОСТЬ РОСТА ЛЕДОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ОТ
ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА РЕКАХ СЕВЕРНОГО СКЛОНА
ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ**

В.В. Жданов

Описаны условия образования водоледовых конструкций на реках северного склона Илейского Алатау, разрушение которых может привести к формированию водоледовых селей. Оценена связь интенсивности роста ледовых образований от погодных условий.

Водоледовый сель является опасным природным явлением. В архиве Гидрометцентра имеются сведения о двух случаях прохождения катастрофических водоледовых потоков на реках Алматинской области. Один из них зафиксирован в ноябре 1987 г. в период установления межени на реках во время вторжения арктических масс воздуха из районов Карского моря. 24...27 ноября наблюдалось резкое падение температур воздуха: минус 23,8 °С на метеорологической станции (М) Алма-Ата ОГМО и минус 27,6 °С на М Мынжилки [2]. Низкие температуры воздуха явились причиной образования внутриводного льда, ледяных мостов и выхода воды за пределы русла. Обследование, проведенное сотрудниками КазНИГМИ, позволило установить, что причиной паводка стала подвижка льда между гидрологическим постом (ГП) «Дамба» и вододелителем на р. Малая Алматинка, вызванная работой бульдозера. Поток двигался в виде одной паводочной волны и состоял из воды с большим содержанием битого льда. Расход водоледовой массы составил 120 м³/с. Скорость потока изменялась от 1 до 4 м/с. Были разрушены прилегающие к руслу строения, но особого вреда он не причинил, поскольку был аккумулирован в водохранилище. Увеличение расхода авторы связывают с заторно-зажорными явлениями. Аналогичная ледовая обстановка имела место и на других реках северного склона Илейского Алатау, но это не привело к формированию паводков [2].

С 1 по 6 января 2006 г. резкое понижение температуры воздуха, вызванное арктическим вторжением, привело к образованию внутриводного льда и повышению уровня воды на реках северного склона Илейского Алатау. Наиболее сильно это проявилось на р. Узункаргалы. Образовался водо-

ледовый поток, приведший к разрушениям и человеческим жертвам [4]. Его расход достиг 150...200 м³/с при среднем многолетнем расходе 1,73 м³/с. Разрушительная сила и расход селя были снижены благодаря наличию гидротехнических сооружений на реке. Как и в первом случае, автор статьи связывает увеличение расхода с аномальной ледовой обстановкой, вызванной резким понижением температуры воздуха. В те же сроки на ГП «Дамба» наблюдался рост уровня воды более чем на 80 см.

Следует отметить, что назрела необходимость изучения этого водоледового явления, поскольку это уже не первый случай, который приводил к разрушениям. Однако сведений о таких катастрофах в литературе приводится крайне мало.

Существует огромное количество ледовых явлений. Их разнообразие зависит от погодных и климатических условий, а также от гидравлических и морфологических особенностей рек. Необходимым условием для начала ледообразования является переохлаждение воды, наблюдающееся в зимний период при отрицательных температурах воздуха [1]. При этом большое влияние на ледообразование оказывает интенсивность перемешивания водных масс. При слабом перемешивании наблюдается переохлаждение воды в поверхностном слое и образование поверхностного льда, а при сильном – переохлаждение всей толщи воды и образование внутриводного и донного льда. Определяющим параметром является интенсивность ледообразования (P).

В природе существует несколько типов замерзания рек – быстрый, замедленный и длительный [1]. Для равнинных рек характерен первый и второй типы замерзания. Это связано с большими значениями P и малыми скоростями течения воды. Для горных рек свойственен третий тип замерзания – длительный, что обусловлено большими скоростями течения, интенсивным перемешиванием водных масс и малыми значениями P . Горные реки замерзают в течение длительного времени, отмечается образование заберегов, шуги, на отдельных участках – зажоров. При этом прочность и структура льда напрямую связаны с температурным режимом в период его образования. Процесс образования льда меняется не только при изменениях метеорологических условий, но и от состояния водной толщи.

Как говорилось выше, для горных рек характерно переохлаждение всей водной толщи и образование внутриводного льда по всей глубине. Обычно это происходит в течение длительного периода. Горные реки с бурным течением постепенно зашуговываются, затем при смыкании забере-

регов образуется ледяной покров. Лед образует слои, между которыми течет вода. Для того чтобы понять сущность явления, были рассмотрены случаи повышения уровня воды в период межени при резких понижениях температур воздуха. Особый интерес вызвали два гидрологических поста – «Дамба» и «Проходная-Устье». На этих постах наблюдалось повышение уровня практически одновременно. Наблюдателями было отмечено явление – донный лед. Во время катастрофы на р. Узункаргалы также было отмечено повышение уровня воды.

Для изучения интенсивности нарастания льда на реках взят пятнадцатилетний период (1992...2006 гг). За этот период отмечено 11 случаев явления. Мы разбили их на два класса: значительное повышение уровня при резких понижениях температуры воздуха и небольшой рост (или отсутствие роста) уровня воды при понижениях температур. Сведения о них приведены в табл. 1...4.

Таблица 1

Случаи повышения уровня воды (50...100 см) при резких понижениях температуры воздуха на ГП «Дамба»

Дата	$\Delta h, \text{ см}$	$\Sigma T, \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{min}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{воды}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta T, \text{ }^\circ\text{C}$
02...20.01.93	60	-111,8	-16,8	0,1	-8	-8,8
15...28.02.93	83	-121,7	-15,2	0,1	-4,8	-10,4
10...20.01.94	103	-130,7	-22,6	0,1	-7	-15,6
09...15.12.94	54	-58,4	-11,6	0,1	-2,6	-9
18...24.12.02	62	-54,2	-18,2	0	-6	-12,2
24...30.01.03	75	-67,8	-14,3	0	-5,3	-9
29.01...08.02.04	87	-118	-21,5	0	-11,8	-9,7
24.12.05...10.01.06	88	-135,2	-21,2	-	-4,4	-16,8
Среднее значение	76,5	-99,7	-17,7	0,1	-6,2	-11,4

Таблица 2

Случаи повышения уровня воды (менее 30 см) при резких понижениях температуры воздуха на ГП «Дамба»

Дата	$\Delta h, \text{ см}$	$\Sigma T, \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{min}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{воды}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta T, \text{ }^\circ\text{C}$
07...15.01.92	14	-31,8	-14,2	0,1	-6,9	-7,3
11...19.12.95	33	-79,6	-21	0,1	-5,7	-15,3
25.11...13.12.96	30	-120,1	-12,1	0,1	-7,3	-4,8
Среднее значение	25,7	-77,2	-15,8	0,1	-6,6	-9,1

Очень важную роль в формировании ледовых образований играет температура воды. При равном понижении температуры воздуха на обоих ГП есть случаи, когда подъема уровня на одном из них не наблюдалось из-за положительной температуры воды. Вполне возможно, что это происхо-

дило из-за выклинивания более теплых подземных вод. Подобный случай приведен на рис. 1.

Таблица 3

Случаи повышения уровня воды (20...40 см) при резких понижениях температуры воздуха на ГП «Проходная-Устье»

Дата	Δh , см	ΣT , °C	T_{min} , °C	$T_{воды}$, °C	T , °C	ΔT , °C
01...18.01.93	37	-50,5	-12,5	0	-4,2	-8,3
12...23.02.93	30	-33,1	-12,1	-	-0,5	-11,6
10...18.01.94	36	-73,7	-22,6	0	-9,3	-13,3
05...15.12.94	29	-25,5	-8,6	0	-1,1	-7,5
07...17.12.95	34	-78,0	-21	0	-5,8	-15,2
01...09.01.99	21	-73,1	-15,2	0	-2	-13,2
31.01...06.02.04	36	-62,4	-18,2	0	-16,6	-1,6
Среднее значение	31,9	-57,1	-15,7	0,0	-5,6	-10,1

Таблица 4

Случаи повышения уровня воды (менее 10 см) при резких понижениях температуры воздуха на ГП «Проходная-Устье»

Дата	Δh , см	ΣT , °C	T_{min} , °C	$T_{воды}$, °C	T , °C	ΔT , °C
01...06.01.06	11	-61,4	-22,2	0	-12	-10,2
19...26.01.03	2	-19,8	-12,2	1	-2,3	-9,9
14...22.12.02	1	-37,4	-17,4	0,4	-6,3	-11,1
07...14.01.92	1	-20,8	-8,8	0,4	-2,1	-6,7
Среднее значение	3,8	-34,9	-15,2	0,5	-5,7	-9,5

Примечание: Δh – изменение уровня воды, ΣT – сумма срочных температур воздуха, T_{min} – минимальная температура воздуха, $T_{воды}$ – средняя температура воды за период явления, T – средняя температура воздуха перед началом явления, ΔT – амплитуда температур воздуха. Данные взяты за утренний срок наблюдений – 8:00 ч местного времени.

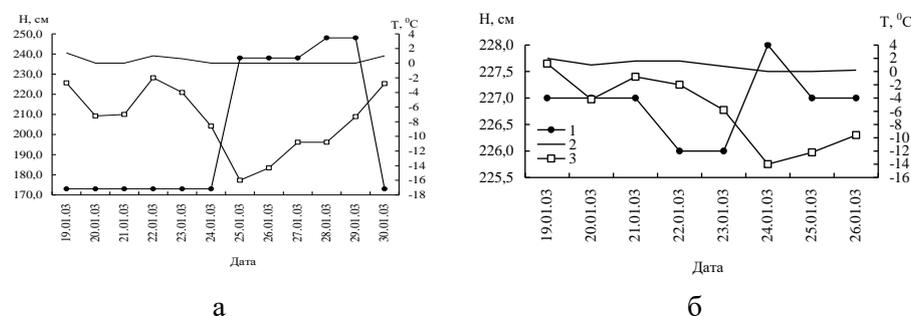


Рис. 1. Изменения уровня воды (1), температуры воды (2) и воздуха (3).
а – ГП Дамба, б – ГП Проходная-Устье.
Срок наблюдений – 8:00 ч местного времени.

Данные обработаны с помощью программы Statistica 6.0 [3]. Построены графики и получены формулы линейной регрессии. Зависимость подъема уровня воды от суммы отрицательных срочных температур воздуха на ГП «Дамба» показана на рис. 2. Сумма температур бралась за несколько предшествующих дней: от начала резкого похолодания и роста уровня до момента прекращения роста уровня воды.

Коэффициенты корреляции приведены в табл. 5. Статистическая зависимость появилась при уровне значимости 10 %, а при стандартном 5 % уровне значимости зависимости не наблюдалось.

Таблица 5

Корреляционная матрица

Переменная	$\Delta h, \text{ см}$	$\Sigma T, \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{min}}, \text{ }^\circ\text{C}$
$\Delta h, \text{ см}$	1,00	-0,76	-0,75
$\Sigma T, \text{ }^\circ\text{C}$	-0,76	1,00	0,67
$T_{\text{min}}, \text{ }^\circ\text{C}$	-0,75	0,67	1,00

На рисунке 2 приведен график линейной регрессии.

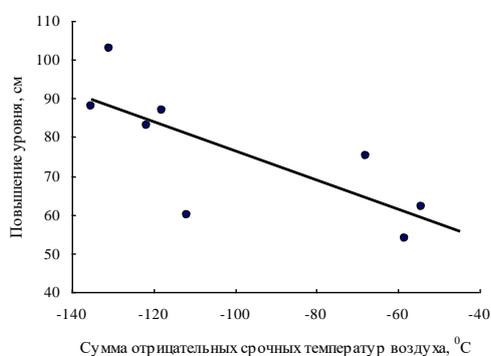


Рис. 2. Зависимость роста уровня воды от суммы отрицательных срочных температур воздуха (ГП «Дамба»).

Данную зависимость можно выразить формулой, которая позволяет оценить темпы роста уровня воды, а значит и ледовых образований:

$$\Delta h = -0,38 \Sigma T + 39,$$

где Δh – изменение уровня воды, см; ΣT – сумма срочных отрицательных температур воздуха, °C.

Наличие связи между суммой срочных отрицательных температур воздуха и величиной роста уровня воды в реке говорит о возможности разработки прогноза водоледового сея в дальнейшем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Донченко Р.В. Ледовый режим рек СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 248 с.
2. Мочалов В.П., Шевырталов Е.П. Краткие сведения о паводке на р. Малая Алматинка 28 ноября 1987 г. // Селевые потоки. – М.: Гидрометеиздат, 1989. – № 11. – С. 76-78.
3. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. – М.: Изд-во «Инфра-М», 1998. – 528 с.
4. Яфязова Р.К. О катастрофических явлениях на горных реках в зимний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 4. – С. 114-124.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙ ӨЗЕНДЕРІНДЕ АУА РАЙЫ ЖАҒДАЙЛАРЫНАН МҰЗДАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУЫНЫҢ КӨБЕУІНЕ ТӘУЕЛДІЛІГІ

В.В. Жданов

Іле Алатауының солтүстік жотасындағы өзендерде сулы мұз конструкцияның пайда болу жағдайы, сулы мұз селдерді қалыптасуының бұзылуына әкелуі жазылған. Ауа райы жағдайынан пайда болатын мұздың өсу қарқындылығының байланысы бағаланған.

УДК 536.54, 556.16

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПАРАМЕТРОВ КРИВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГОДОВОГО СТОКА РЕК УРАЛО-ЭМБИНСКОГО РАЙОНА

Доктор геогр. наук С.К. Давлетгалиев

Приведены результаты оценки точности расчета нормы и коэффициентов вариации годового стока по данным фактических наблюдений, по рядам, приведенным к многолетнему периоду, а также по данным кратковременных наблюдений ($n < 5$ лет).

Основными параметрами кривой распределения, определяющими расчётные гидрологические характеристики, являются норма и коэффициент вариации годового стока. Результаты расчета по основным рекам Урало-Эмбинского района приведены в табл. 1. При назначении различных водохозяйственных мероприятий в бассейне необходимо знать достоверность этих параметров. Оценка точности определения нормы и коэффициентов вариации годового стока имеет особо важное значение для рек данного района, сток которых характеризуется высокой изменчивостью и антропогенной нарушенностью. Сюда следует добавить ещё слабую изученность района, невысокое качество материалов измерений расходов воды и непродолжительность рядов наблюдений на многих реках и пунктах.

Точность определения параметров кривой распределения оценена в трех вариантах: по данным фактических наблюдений, по рядам, приведенным к многолетнему периоду, а также при наличии данных кратковременных наблюдений до 5 лет.

В первом случае случайные средние квадратические ошибки выборочных средних определены по зависимости:

$$\sigma_{\bar{Q}} = (\sigma_Q / \sqrt{n}) \cdot \sqrt{(1+r)/(1-r)}, \tag{1}$$

которая применяется при значениях коэффициента автокорреляции между смежными членами ряда $r < 0,5$.

Для Урало-Эмбинского района по данным 20-ти рек, имеющих период наблюдений $n > 30$ лет, установлено среднее районное значение коэффициента автокорреляции, равное $r = 0,25$, что и соответствует его значению, приведенному в пособии [3].

Таблица 1

Параметры годового стока рек Урало-Эмбинского района

Река – пункт	F, км ²	За период наблюдений					Многолетний период 1940...2004 гг.			
		число лет	Q, м ³ /с	C _v	σ_Q	σ_{CV}	Q, м ³ /с	C _v	σ_Q	σ_{CV}
Бол. Узень – с. Фурманова (Жалпактал)	13200	8	6,25	0,88	2,51	0,24	9,07	0,75	2,39	0,18
Чижа 1 – с. Чижа 1-я	484/(456)	38	0,82	0,95	0,15	0,15	0,76	0,76	0,15	0,15
Чижа 2 – с. Чижа 2-я	493/(509)	45	0,97	0,73	0,15	0,10	0,96	0,72	0,12	0,10
Урал – с. Кушум	190000	86	309	0,56	24,0	0,05	316	0,54	27,1	0,06
Урал – с. Махамбет (с. Тополи)	229000	68	268	0,51	21,0	0,05	281	0,49	22,0	0,05
Чаган – п. Каменный	4000	57	7,09	0,63	0,76	0,07	7,72	0,66	0,74	0,07
Деркул – п. Ростошский	1820	29	2,11	0,96	0,49	0,18	2,60	0,82	0,38	0,15
Орь – с. Бугетсай	7480/(60)	41	5,17	0,75	0,78	0,11	5,88	0,87	0,69	0,10
Илек – г. Актобе	11000	57	17,8	0,65	1,98	0,07	17,5	0,62	1,86	0,07
Илек – с. Чилик	37300	49	36,6	0,57	3,85	0,07	40,1	0,71	3,48	0,07
Косистек – с. Кос-Истек	281	45	0,92	0,93	0,16	0,14	1,14	1,01	0,15	0,13
Актасты – с. Белогорский	45	48	0,20	0,57	0,02	0,07	0,22	0,59	0,02	0,07
Хобда – с. Новоалексеевка	8110/(20)	39	5,43	0,68	0,76	0,10	6,99	0,77	0,72	0,07
Карахобда – п. Альпайсай	2240	38	2,78	0,58	0,34	0,08	3,24	0,67	0,29	0,07
Утва – с. Григорьевка	4660	39	3,62	0,73	0,54	0,11	3,89	0,74	0,42	0,09
Ембулатовка – с. Красноармейск	846	6	3,53	1,32	2,45	0,35	2,80	0,90	1,89	0,22
Шолаканакты – свх. Анкатынский	537	25	0,38	0,74	0,07	0,13	0,45	0,54	0,06	0,12
Оленты – с. Джамбейты	1290/1040	28	1,05	0,73	0,18	0,12	1,12	0,58	0,17	0,12
Булдурты – свх. Абая	3280	31	0,42	1,07	0,10	0,20	0,50	1,13	0,09	0,18
Уил – с. Уил	171000	19	7,65	0,75	1,70	0,15	8,99	0,76	1,22	0,12
Уил – Тайсоганская РТС	25800	7	5,99	0,84	2,46	0,24	7,21	0,98	1,92	0,21
Калдыгайты – с. Жигерлен	2510	32	1,70	0,86	0,33	0,15	1,93	0,95	0,28	0,13
Ащиуил – ур. Маймак	4900/300	30	1,02	0,88	0,21	0,16	1,24	0,91	0,18	0,14
Сагиз – ст. Сагиз	9930/1330	37	1,13	1,50	0,36	0,31	1,06	1,47	0,33	0,30
Эмба – с. Жанибике	34700/4800	28	12,7	0,50	1,55	0,08	13,1	0,75	1,25	0,07

Анализ согласия эмпирических и аналитических функций распределения показал, что распределение годового стока почти всех рек района соответствует кривой обеспеченности Крицкого-Менкеля при $C_s = 2C_v$, поэтому средние квадратические ошибки коэффициентов вариации определены по зависимости:

$$\sigma_{C_v} = \frac{C_v}{n + 4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1 + C_v^2)}{2}} \left(1 + \frac{3C_v^2}{1 + r} \right). \quad (2)$$

Средняя квадратическая погрешность определения нормы стока лишь в 3-х пунктах оказалась меньше 10 %. Сюда относятся пункты наблюдений на р. Урал, имеющие достаточно длинные ряды (с. Кушум $n = 86$; с. Махамбет $n = 68$), а также данные по р. Актасты ($n = 48$). Следует отметить, что на точность расчёта нормы стока более существенное влияние оказывает изменчивость стока, чем продолжительность периода наблюдений. Например, погрешность расчёта нормы стока рек Чижа 1-я и Чижа 2-я, Косистек с продолжительностью ряда наблюдений соответственно $n = 38$ и $n = 45$, $n = 45$ равны 18,2 % и 15,4 %, 17,4 %. По двадцати пунктам наблюдений района точность расчёта нормы стока находится в пределах 10...15 %, по остальным пунктам она превышает 15 %.

Точность расчёта коэффициентов вариации годового стока меньше 10 % только на р. Урал у с. Кушум и с. Махамбет, близко к 10 % точность расчёта C_v и на р. Илек – г. Актобе. В 43 пунктах наблюдений относительная погрешность расчёта коэффициента вариации годового стока составляет 10...20 %, в остальных пунктах погрешность расчёта C_v больше 20 %. Наибольшие погрешности, более 30...40 % имеют место в пунктах с короткими рядами наблюдений $n = 6...10$ лет. Большой интерес представляет точность оценки нормы и коэффициента вариации годового стока, приведённого к многолетнему периоду.

Для оценки стандартной погрешности среднего значения, приведённого к многолетнему периоду, применена формула С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля [1].

$$\sigma_{\bar{Q}_N} = \sqrt{\frac{1 + r'_{QN}}{1 - r'_{QN}}} \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N - (N - n)R^2}{N}}, \quad (3)$$

где r'_{QN} – коэффициент автокорреляции ряда Q , приведённого к многолетнему периоду N , R – коэффициент межрядной корреляции между членами приводимого ряда наблюдений и аналогом за совместный период наблюдений (n).

При определении погрешности нормы стока по формуле (3), в целях упрощения расчёта, вместо коэффициента r'_{QN} использовано постоянное районное значение коэффициента автокорреляции, равное $r = 0,25$.

Оценка стандартной погрешности коэффициента вариации производилась по формуле [4]:

$$\sigma_{CvN} = \frac{Cv}{\sqrt{2n}} \sqrt{2C_v^2 \left(\frac{1+r}{1-r} \right) - 2C_s C_v + \left(1 + \frac{3}{4} C_s^2 \right) \left(\frac{1+r^2}{1-r^2} \right)} \cdot \sqrt{\frac{N - (N-n)R^4}{N}}. \quad (4)$$

Выражения (3) и (4) применены для оценки точности среднего значения и коэффициента вариации, приведённого к многолетнему периоду ряда с использованием одного уравнения регрессии. Формулы (3) и (4) получены с учётом числа эквивалентных периодов $N_{\mathcal{Q}}$, т.е. объёма информации, эквивалентной наблюденным данным.

При поэтапном восстановлении значений ряда гидрологических характеристик, т.е. при использовании нескольких уравнений регрессии за разные периоды, объём эквивалентно – независимой информации необходимо определить за каждый восстановленный период, а общий объём информации вычислить как сумму этих информаций.

Объём информации, эквивалентной наблюденным данным, определяют соответственно для нормы $N_{\mathcal{Q}\bar{Q}}$ и среднего квадратического отклонения $N_{\mathcal{Q}\sigma}$ по формулам [2, 3]:

$$N_{\mathcal{Q}\bar{Q}} = \frac{N}{\left[1 + \frac{N-n}{n+2} (1-R^2) \right]}, \quad (5)$$

$$N_{\mathcal{Q}\sigma} = \frac{Nn}{n + (N-n)(1-R^4)}, \quad (6)$$

где n – число совместных лет наблюдений в приводимом ряду и рядах аналогах; $(N-n)$ – число восстановленных членов ряда по уравнению регрессии; R – коэффициент парной или множественной корреляции.

Объём эквивалентно-независимой информации всегда больше n и меньше N и только при $R=1$, $N_{\mathcal{Q}} = N$. Объём эквивалентно-независимой информации характеризует эффективность удлинения в результате использования метода аналогии.

Годовой сток р. Деркул у п. Ростошский восстановлен по 4 уравнениям регрессии. В целом восстановлены 36 членов ряда, что соответствует объёму эквивалентно независимой информации за 18,8 лет – для среднего значения и за 13,4 лет для среднеквадратического отклонения. В табл. 2 и 3 даны примеры расчёта объёма эквивалентной информации.

Таблица 2

Объём эквивалентной информации $N_{\mathcal{Q}}$

R	n	N	$N - n$	$N_{\mathcal{Q}}$	$N_{\mathcal{Q}} - n$
0,90	27	46	19	40,4	13,4
0,81	12	14	2	13,1	1,1
0,79	26	28	2	27,2	1,2
0,70	12	25	13	15,1	3,1
					$N_{\mathcal{Q}} = 18,8$

Таблица 3

Объём эквивалентной информации $N_{\mathcal{Q}\sigma}$

R	R^4	n	N	$N - n$	$N_{\mathcal{Q}}$	$N_{\mathcal{Q}} - n$
0,90	0,66	27	46	19	37,1	10,1
0,81	0,43	12	14	2	12,8	0,8
0,79	0,39	26	28	2	26,8	0,8
0,70	0,24	12	25	13	13,7	1,7
					$N_{\mathcal{Q}\sigma} = 13,4$	

Эквивалентные периоды, определённые с помощью формул (5) и (6), позволяют рассчитывать средние квадратические отклонения этих параметров непосредственно по формулам (1) и (2), если вместо n подставляется соответствующий $N_{\mathcal{Q}}$ с учётом числа фактических лет наблюдений. Например, число лет наблюдений р. Деркул у п. Ростошский $n = 29$ лет, вычисленное значение $N_{\mathcal{Q}} = 18,8$, тогда значение n , подставляемое в формулу (1), будет 48 лет. Это значит, что несмотря на то, что 29-летний период приведен к 65-летнему, надёжность оценки среднего значения будет такой же, как для ряда наблюдений в 48 лет.

После приведения ряда наблюдений к многолетнему периоду число пунктов с ошибкой расчёта нормы годового стока $\sigma_{\bar{Q}} < 10\%$ увеличилось на 15. Таким образом, после удлинения рядов наблюдений в 18 пунктах из рассмотренных 73, погрешность расчета нормы стока составила меньше 10 %, в 45 пунктах – меньше 15 %, в 62 пунктах – < 20 %, на остальных 11 пунктах – больше 20 %. Наибольшая погрешность нормы стока получилась по р. Ембулатовка, имеющей короткий ряд наблюдений и большую изменчивость стока.

Погрешность расчета коэффициента вариации годового стока после приведения рядов наблюдений к многолетнему периоду также уменьшилась. Число пунктов с погрешностью $\sigma_{C_v} < 10\%$ увеличилось до 9, с погрешностью $\sigma_{C_v} < 15\%$ – до 37 пунктов, с погрешностью $\sigma_{C_v} < 20\%$ до 60.

Ошибки расчета коэффициентов вариации более 30 % оказались на рр. Барбастау, Ембулатовка, Рубежка и на р. Сагиз у п. Сарытогай, т.е. на реках, имеющих короткий период наблюдений.

Для оценки точности нормы стока, определённой по методу отношений, выбрано два пункта с гидрометрическими наблюдениями в данной области, один из которых р. Сарыхобда – п. Бессарабский (аул – Сарыхобда) условно принят в качестве исследуемого пункта, а другой – в качестве пункта-аналога, это – р. Хобда – с. Новоалексеевка. Связь между среднегодовыми расходами этих рек характеризуется коэффициентом корреляции, равным $r = 0,76$, при совместном периоде наблюдений $n = 32$ года.

Норма стока р. Сарыхобда вычислена последовательно, используя данные наблюдений этой реки в створе п. Бессарабский каждый раз лишь за один год. Таким образом был рассчитан ряд норм стока в этом пункте.

Средняя квадратическая погрешность определения нормы стока по данным одного года наблюдений вычислена по формуле, приведенной в [4].

$$\sigma_{\bar{y}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \bar{y})^2 / (n-1)}, \quad (7)$$

где \bar{y}_i – норма стока, полученная по данным i -того года наблюдений; \bar{y} – норма стока за все годы наблюдений.

Для данной реки средняя квадратическая погрешность расчёта нормы стока по данным наблюдений одного года получилась равной $\sigma_{\bar{y}} = 0,34 \text{ м}^3/\text{с}$, что соответствует 65 % по отношению к фактическому

значению средней квадратической погрешности по р. Сарыхобда, вычисленной по многолетним данным.

Аналогичные расчёты выполнены при наличии данных наблюдений последовательно за 2, 3, 4 и 5 лет. При увеличении продолжительности наблюдений от одного года до 5 лет стандартная случайная погрешность нормы годового стока р. Чаган уменьшилась до 0,22 м³/с (рис. а), а относительная – до 33,9 %, т.е. почти в два раза.

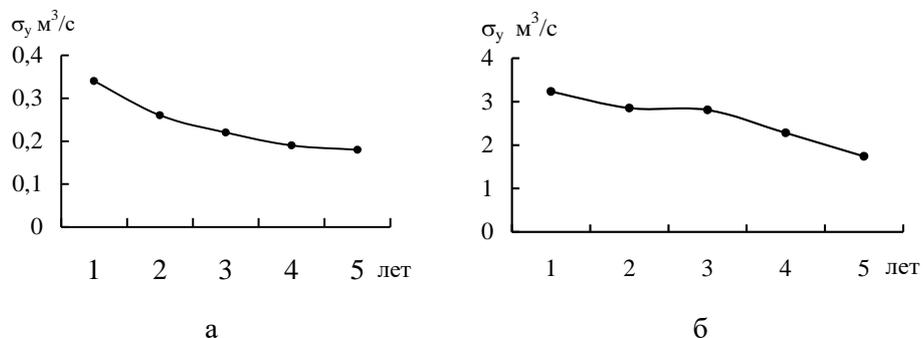


Рис. Зависимость стандартной погрешности нормы годового стока р. Чаган (а) и р. Сарыхобда (б) от продолжительности наблюдений.

Полученные значения погрешности нормы стока по данным указанных пунктов могут быть приняты для приближённой характеристики точности расчёта нормы стока других рек области при наличии данных наблюдений от одного до 5 лет.

Для оценки точности определения нормы стока рек Западно-Казахстанской области по данным кратковременных наблюдений от одного до 5 лет выбраны также два пункта с систематическими данными наблюдений – р. Урал – с. Кушум и р. Чаган – с. Каменный. Совместный период наблюдений на этих пунктах равен $n = 53$ годам, коэффициент межрядной связи $r = 0,70$.

Как и для Актыбинской области все расчёты выполнены при наличии данных наблюдений последовательно за 1, 2, 3, 4 и 5 лет. Средняя квадратичная погрешность нормы стока определена для р. Чаган по данным наблюдений на р. Урал – с. Кушум.

Абсолютная погрешность расчёта нормы стока по данным наблюдений одного года получилась равной $\sigma_{\bar{Q}} = 3,27$ м³/с, относительная – 45,6 %. При числе лет наблюдений $n = 5$ лет эти погрешности соответственно уменьшились до 1,74 м³/с и 24,5 %, т.е. почти в два раза (рис.).

Таким образом, результаты расчёта параметров годового стока рек Урало-Эмбинского района показывают, что за исключением отдельных рядов, точность оценки нормы и коэффициента вариации стока не во всех случаях отвечает требованиям, указанным в [2]. Невысокая точность оценки параметров объясняется большой изменчивостью стока, трудностью учёта влияния хозяйственной деятельности и недостаточной продолжительностью рядов наблюдений. Поэтому полученные результаты по отдельным рекам следует считать ориентировочными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. – М.: Наука, 1981. – 249 с.
2. Определение основных расчётных гидрологических характеристик СП 33 – 101 – 2003. – М.: Госстрой России. – 71 с.
3. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
4. Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчётов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 276 с.

КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

ОРАЛ-ЕМЫ АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫСЫНЫҢ ҮЛЕСТІРІМ ҚИСЫҒЫ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ДӘЛДІГІН БАҒАЛАУ

Геогр. ғылымд. докторы С.К. Дәулетқалиев

Ағындының жылдық бақылау мәліметтерінің қалыпты ағындысы мен вариация коэффициентінің, көпжылдық кезеңге қайта қалпына келтірілген ағынды қатарының, сондай-ақ қысқа мерзімдік бақылау мәліметтерінің ($n < 5$ жыл) дәлдігін есептеу нәтижелері келтірілген.

УДК 551.482(574)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СЕЗОННОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА ПРИ КОМПЛЕКСНОМ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

	Г.К. Исмаилова*
	К.Т. Нарбаева*
Канд. геогр. наук	М.Т. Нарбаев**
Канд. техн. наук	Т.И. Нарбаев*

Предложена формула для определения обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.

Сезонное регулирование стока вызывается наличием резких и притом повторяющихся ежегодно колебаний притока по времени года или сезонам. Некоторые виды потребления (например, орошение), также испытывают сезонные колебания, причем по времени наступлений максимумов и минимумов графики стока и потребления могут иметь различную взаимную связь, начиная от почти полного совпадения до полной противоположности.

Отличительной особенностью сезонного регулирования стока является использование водных ресурсов в пределах одного гидрологического года. В этом случае размер потребления должен назначаться таким образом, чтобы он не превышал стока расчетного года. Следует отметить, что назначение процента обеспеченности сезонного регулирования стока зависит от характера потребления [4]. Для отраслей экономики, сравнительно безболезненно допускающих некоторое ограничение в подаче воды, безусловное удовлетворение их полной потребности заведомо нецелесообразно. В подобных случаях стали ориентироваться на некоторые сокращения водоотдачи, ограничивая их повторяемость более или менее условно выбранными нормативами, так, например, для орошения сельскохозяйственных земель в зависимости от условий водообеспечения и вида орошаемых культур, обеспеченность назначена в пределах $P = 75...95\%$.

Исходя из выше изложенных условий, величина процента обеспеченности сезонного регулирования стока, соответствующая любому члену эмпирического ряда, вычисляется по следующей формуле:

$$P = \frac{m}{n} 100\% , \quad (1)$$

где n – число членов ряда; m – порядковый номер данного члена в ряду, расположенном в убывающем порядке.

По формуле (1) обеспеченность последнего члена ряда независимо от числа входящих в него характеристик получается одинаковой и равной 100 %. Поэтому в формуле (1) необходимо было внести поправку, учитывающую асимптотическое приближение к 100 % при $n \rightarrow \infty$.

Такая поправка приведена в работе А.И. Чеботарева [7], где процент обеспеченности определяется:

$$P = \frac{m - 0,5}{n} 100\% . \quad (2)$$

Далее для установления процента обеспеченности членов ограниченного ряда, которая бы в большой мере отвечала теоретической кривой обеспеченности, предложено ряд формул. В общем виде эти формулы по С.Н. Крицкому и М.Ф. Менкелю [2] можно записать в следующем виде:

$$P = \frac{m - a}{(n + 1 - 2a)} 100\% , \quad (3)$$

где a – параметр, который может изменяться от 0 до 1.

При $a = 0,3$ (предложение Н.Н. Чегодаева) формула (3) имеет вид:

$$P = \frac{(m - 0,3)}{(n + 0,4)} 100\% . \quad (4)$$

При $a = 0$ формула (3) преобразуется в следующий вид:

$$P = \frac{m}{n + 1} 100\% . \quad (5)$$

Это выражение предложено и теоретически обосновано С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем [2].

В настоящее время формула (5) рекомендуется СНиП 2.01.14-83 для определения расчетных гидрологических характеристик [6].

Таким образом, рекомендуемая формула позволяет определить обеспеченности сезонного регулирования стока при отраслевом характере использования водных ресурсов.

В настоящее время запасы водных ресурсов Республики Казахстан, доступных для использования, уменьшаются в результате их безвозвратного потребления, загрязнения и истощения, а потребность в воде увели-

чивается не только пропорционально росту населения, но особенно в связи с индустриальным развитием и мелиоративными мероприятиями.

Комплексное использование водных ресурсов дает возможность уменьшить единовременные затраты на гидротехнические сооружения по сравнению с затратами при раздельном строительстве таких сооружений. Также позволяет получить ежегодную экономию затрат денежных и материальных средств на эксплуатацию по всем отраслям водохозяйственного комплекса в совокупности.

Отсюда актуальность изучения, исследования и разработка эффективных методов оценки экономичности мероприятий, связанных с комплексным использованием водных ресурсов.

В настоящее время вопросы определения обеспеченности водохранилища сезонного регулирования стока комплексного назначения недостаточно разработаны. Можно лишь отметить работы С.Н. Крицкого, М.Ф. Менкеля [3], В.Г. Андреянова [1], И.М. Панасенко [5] и др.

В связи с этим, основная и наиболее ответственная задача водохозяйственного расчета сезонного регулирования и заключается в правильном определении обеспеченности сезонного регулирования, по которой можно было безошибочно установить расчетный годовой график притока, а далее размер потребления и необходимый полезный объем водохранилища сезонного регулирования стока комплексного назначения.

Впервые в работе С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля [3] разработана зависимость $F(k_1, \alpha_1, P_1, k_2, \alpha_2, P_2) = 0$, которая позволяет использовать водные ресурсы комплексно, где α_1 – гарантированная отдача (орошения) с обеспеченностью P_1 и α_2 – гарантированная отдача (водоснабжения) с обеспеченностью P_2 , то при $\alpha_i = k_i$ приведенная обеспеченность при комплексном использовании водных ресурсов равна:

$$P_{np} = P_1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1} (P_2 - P_1). \quad (6)$$

Далее в работе В.Г. Андреянова [1] отмечается: «Как и при многолетнем, так и при сезонном регулировании на постоянную отдачу, основной задачей в каждом случае является нахождение потребной емкости β по заданным значениям гарантированной отдачи α и обеспеченности P или нахождение гарантированной отдачи α по заданным значениям емкости β и обеспеченной отдачи P . Таким образом, исчерпывающее решение этой задачи для данного объекта требует установление для него

связи между величинами β , α и P . Задачей общей методики расчета регулирования стока является обобщение этих связей на любые объекты с учетом лишь основных показателей режима стока, что должно позволять достаточно просто и надежно производить расчет регулирования по неизученным или малоизученным рекам».

Далее в этой работе отмечается «Те же приемы приравнивания обеспеченности отдачи и обеспеченности годового или межennaleго стока и простейшая схематизация внутригодового и внутрисезонного распределения стока по средним отношениям обычно применяются и при региональных обобщениях, выполняемых в процессе массового схематического проектирования водохозяйственных установок, например...».

Изложенное выше позволяет формулу (6) использовать для определения приведенной обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.

Как показано на рисунке, формула (6) установлена из следующего равенства:

$$P_{np} \alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1. \quad (7)$$

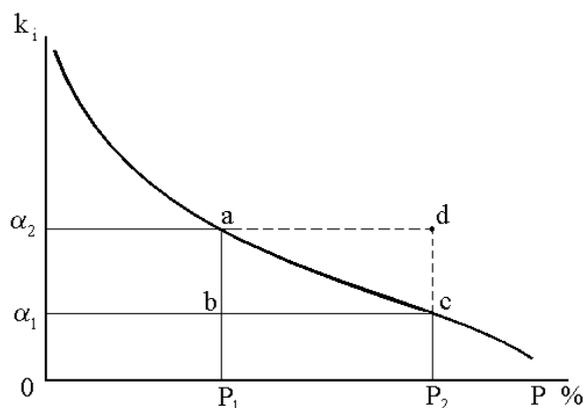


Рис. Схема к расчету по формуле С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля.

Приведенное равенство (7) выполняется в том случае, если в правую часть уравнения (7) добавить площадь треугольника abc , т.е.:

$$P_{np} \alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1, \quad (8)$$

или из произведений $\alpha_1 P_2$ вычесть площадь треугольника abc , тогда:

$$P_{np} \alpha_1 = \alpha_1 P_2 - \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)}{2}. \quad (9)$$

Из указанных равенств, можно записать:

$$P_{np} = P_1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1}(P_2 - P_1) + \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)}{2\alpha_1}(P_2 - P_1), \quad (10)$$

или

$$P_{np} = P_1 - \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)}{2\alpha_1}(P_2 - P_1). \quad (11)$$

Для большей убедительности сравнительных расчетов наряду с формулой (6) и предлагаемыми формулами (10) и (11), приводим общеизвестную формулу определения P_{np} как средневзвешенного значения:

$$P_{np} = \frac{P_1\alpha_1 - P_2\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}. \quad (12)$$

Результаты сравнительных расчетов, полученных по формулам (6), (10), (11) и (12), приводятся в табл.

Таблица

Сравнения результатов расчетов приведенной обеспеченности при $C_s = 2C_v$

C_v	Исходные данные				Результаты по формуле			
	α_1	P_1	α_2	P_2	(6)	(10)	(11)	(12)
0,2	0,94	60	0,70	95	86,06	90,53	90,54	75,00
	0,94	60	0,86	75	73,72	74,36	74,36	67,16
	0,85	75	0,70	95	91,47	93,23	93,24	84,03
0,8	0,63	60	0,12	95	66,67	80,83	80,84	65,60
	0,63	60	0,42	75	70,00	72,5	72,50	66,00
	0,42	75	0,12	95	80,71	87,85	87,86	79,44
1,4	0,28	60	0,004	95	60,50	77,75	77,75	60,49
	0,28	60	0,12	75	66,43	70,71	70,72	64,50
	0,11	75	0,004	95	75,72	85,36	85,36	75,70

Как видно в таблице, расхождения результатов расчетов между существующими (6), (12) и предлагаемыми (10), (11) формулами составляют значительное значение, которое зависит от соотношений отдач α_1 и α_2 : чем больше разница между α_1 и α_2 , тем более отклонения, что вызывает необходимость в их учете при проектировании водохозяйственных и водноэнергетических объектов.

Выводы и предложения

1. Предлагается формула для определения приведенной обеспеченности при любых соотношениях отдач.

2. Введенная поправка в формулу С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля позволяет более точно определить величину приведенной обеспеченности.
3. Предложенную формулу можно использовать для определения обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Г. Внутригодовое распределение речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 325 с.
2. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. О некоторых приемах статистического анализа гидрологических рядов // Труды ГГИ. – 1968. – Вып. 143. – С. 110-133.
3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 392 с.
4. Плешков Я.Д. Регулирование речного стока.–Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 507 с.
5. Панасенко И.М. Расчеты сезонно-годового регулирования стока при комплексном использовании горных рек //Труды III Всесоюзного гидрологического съезда. – Т. VI, Секция водного хозяйства. – 1959. – С. 44-51.
6. СНиП 2.01.14.-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Изд-во «Государственный комитет СССР по делам строительства», 1985. – 36 с.
7. Чеботарев А.И. Гидрология суши и расчеты речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 564 с.

* – Алматинский гуманитарно-технический университет, г. Алматы

** – Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

СУ ҚОРЛАРЫН КЕШЕНДІ ПАЙДАЛАНУДА МАУСЫМДЫҚ АҒЫНДЫ РЕТТЕУДІҢ ҚАМТАМАСЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАУ

Г.К. Исмаилова*

К.Т. Нарбаева*

Геогр. ғылым. канд. М.Т. Нарбаев**

Техн. ғылым. канд. Т.И. Нарбаев*

Зерттеулердің нәтижесінде су қорларын кешенді пайдалануда маусымдық ағынды реттеудің қамтамасыздығын анықтауға формула ұсынылған.

УДК 551.4

**РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ КАК ФАКТОР ВНУТРИСИСТЕМНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ГЕОСИСТЕМ**Доктор геогр. наук Ж.Д. Достай
М.Н. Мусабаева

В статье обсуждаются теоретические проблемы развития геосистем с точки зрения бассейнового принципа организации и дифференциации.

К доминирующим процессам, определяющим интенсивность развития геосистем, относятся эрозионно-аккумулятивные процессы. В основе геосистемного подхода к изучению природных условий речных бассейнов внутреннего стока является оценка руслоформирующей деятельности рек и ее зависимость от сочетания различных природных факторов в конкретных геосистемах бассейна. «Русловые процессы – это результат работы речного стока, перемещения в реках наносов, в том числе поступающих с водосбора, и ответной реакции на них рельефа и литогенной основы» [2].

Одним из основоположников географической школы теории русловых процессов является Н.И. Маккавеев (1959), который в отличие от других авторов (М.А. Великанов, 1960; Н.Е. Кондратьев, А.Н. Ляпин, И.А. Попов, С.И. Пиньковский и др., 1959; Н.Е. Кондратьев, И.В. Попов, 1979; Р.С. Чалов и др., 1979, 1980), исследовал формы проявления русловых процессов и их иерархии в различных природных условиях, а также впервые выявил соотношения русловых процессов с другими видами воздействия водных потоков на природно-территориальные комплексы (ПТК). Последние соотношения и определяют положение ПТК разных рангов в одной системе эрозионно-аккумулятивных процессов бассейна рек Шу, Талас, Сарысу, Нура, Торгай.

Более полное определение русловым процессам дано В.А. Боковым: «совокупность явлений, возникающих при взаимодействии потока и грунтов, слагающих ложе реки, определяющих транспорт и аккумуляцию наносов, размыв дна и берегов рек, обуславливающих развитие различных форм руслового рельефа, режим их сезонных многолетних и вековых изменений» [1].

При разработке теоретической концепции определения роли природных и антропогенных факторов русловых процессов в функционировании ПТК

бассейна мы придерживались основных теоретических положений концепции развития русловых процессов, разработанных Н.И. Маккавеевым [3].

Активную системообразующую роль играют водные потоки: русловые, склоновые и овражные. Первые, в отличие от двух последующих, непрерывны во времени, изменяются лишь в интенсивности. Так, склоновые и овражно-эрозионные процессы тоже формируют потоки. Как только под влиянием потока возникает некоторая форма русла, последняя становится фактором русловых процессов, поскольку она влияет на структуру потока. В результате поток непрерывно воздействует на форму русла, а форма – на поток. Взаимная обусловленность потока и русла, таким образом, составляют содержание, физическую сущность русловых процессов.

Ведущим фактором русловых процессов является поток, соответственно литогенная основа, в которой он развивается, представляет собой пассивный фактор [4, 5]. В условиях свободного развития русловых деформаций слабая устойчивость рыхлых пород, слагающих ложе рек, и мелкий русловой аллювий обуславливают преимущественно роль потока в русловых процессах (поток управляет руслом). Именно такие русла характерны для всех зон рассеивания стока субгеосистем. В условиях распространения пород, противостоящих размыву – скальных, пластичных – поток управляет руслом. Это характерно для зон транзита стока. В первом случае формируются широкие пойменные русла, во втором – врезанные, с долинами, следующими тектоническим нарушениям.

Благодаря русловым, склоновым и овражным процессам, осуществляется перемещение поступающих в реку наносов. Характер наносов и их мощность, играют важную роль в функционировании ПТК аллювиального и делювиально-пролювиального покровов всех бассейновых геосистем. Основная часть стока наносов формируется на водосборе, представляя собой зону формирования стока. При этом доля последней в общем стоке наносов рек достигает 60 %, хотя от всего смытого со склонов на водосборе материала эта величина составляет более 20 %. Большая часть продуктов эрозии почв оседает у подножья склонов, которые определены как зона выклинивания стока.

Русловые процессы, развивающиеся в регионе, имеют специфические провинциальные особенности и в целом определяют современное состояние ПТК геосистем. Они тесно связаны с системообразующими факторами и видоизменяясь – изменяют факторы.

Русловые процессы зональны, а в целом и определяют зональные признаки геосистем. Основные параметры геосистем – тепловой и водный

балансы и продуктивность соответствуют законам высотной поясности в геосистемах, функционирующих в зонах формирования и транзита стока, а зональные признаки ясно прослеживаются в зонах выклинивания и рассеивания стока. Такая взаимообусловленность характерна для бассейнов рек, формирующая сток в горах.

Русловые процессы, происходящие в восточной части бассейна имеют более значительную взаимообусловленность к высотным поясам и менее – черты зональные, которые здесь примитивны и приглушены.

Степень влияния на русло физико-географических факторов зависит в масштабе русловых деформаций и от размеров русловых форм (Макковеев, Чалов, 1990). Так, по главным стокам рек характерны интрозональные ПТК, интегрирующие в себе влияние зональных черт. В малых реках этих бассейнов русловой режим определяется чертами и исключает интрозональность. Часто интрозональность пойменных субгеосистем подчинена зональным признакам. Последнее характерно для бассейновых геосистем рек Торгай, Нура и Сарысу.

В качестве показателей основных факторов русловых процессов принимаются геолого-геоморфологические условия формирования русел, руслоформирующие процессы и устойчивость русел. Выделение основных типов русловых процессов позволяет проводить группировку геосистем:

- a) геосистемы равнинной части рек и ее бассейна;
- b) геосистемы полугорных – в низкогорьях и предгорьях;
- c) геосистемы горных рек.

В горных районах отчетливо выявляется высотная поясность русловых процессов, определяющей закономерную смену одного типа другим.

В геосистемах, приуроченных к бассейну, выявлены генетически разные водные потоки: нерусловые, стекающие со склонов; потоки, определяющие сосредоточенную аккумуляцию в виде конусов выноса; постоянно русловые, образующие в ходе геологической истории речные долины. Все они играют разную роль в дифференциации, функционировании и динамике геосистем. Роль водных потоков в развитии геосистем обусловлена не только тем, что первые два типа потоков (нерусловые и временно русловые) относятся к агентам ближнего переноса твердого материала (наносов, взвешенных частиц и т.д.), а 3-й тип – к агентам дальнего переноса, но и от того, в каких гидродинамических зонах пространственно размещена геосистема (в зоне формирования стока, в зоне транзита или в зоне выноса стока, в зоне рассеивания или аккумуляции). Последние зави-

сят от рельефа, от крутизны и экспозиции склонов, что определяет интенсивность или отсутствие линейной эрозии.

Бассейн реки внутреннего стока продукт взаимодействия всех факторов, формирующих геосистему, и в зависимости от условий развития последней должно изменяться и «гидрологическое» (водноэрозионное) звено физико-географических процессов. Современные системообразующие процессы бассейна тесно и неразрывно связаны с процессами развития водотоков, составляющих верхние звенья гидросети.

Все явления и процессы, связанные с взаимодействием текущей воды и подстилающих горных пород, представляют собой единый эрозионно-аккумулятивный процесс. В связи с этим, в бассейнах вышеперечисленных рек можно выделить геосистемы с доминирующими нерусловыми потоками, формирующимися под воздействием вод, стекающих со склонов, производящих плоскостную эрозию и несосредоточенную аккумуляцию. Другие же геосистемы функционируют в условиях плоскостной эрозии. Параметры водного и теплового балансов здесь более устойчивы, что отражается и на стабилизации биопродуктивности.

Временные русловые потоки, осуществляющие линейную (овражную) эрозию, развитие которых представляет собой самовозбуждающийся процесс и сосредоточенную аккумуляцию в виде конусов выноса, характерны для многих территорий бассейна. Особенно они характерны для зон рассеивания стока малых рек бассейна и для низкогорий региона. Верховья всех территорий имеют постоянные русловые потоки и постоянно перфорирующие создаваемые ими формы руслового рельефа.

При одних и тех же гидравлических характеристиках потока, его способность захватывать и переносить твердые частицы может существовать в зависимости от тех условий, в которые осуществляется эрозионный процесс и быть неодинаковой. Интенсивность эрозионного процесса определяется величиной соотношения между твердыми частицами и сечением потока, определяющую роль в эрозионном процессе потенциальной и кинетической энергий потока, непосредственным воздействием на частицы аллювия тангенциальной составляющей силы тяжести; наличием активной энергии самого потока и ее составных; проявлением особых свойств потока, связанных с физическими свойствами воды.

Аккумулятивные процессы характерны для низовий бассейна, а также для зон рассеивания стока. Эрозионные процессы доминируют в бассейнах рек Торгай и Нура. В основном во многих бассейнах рек I и II

порядков эрозионно-аккумулятивный процесс один и играет главенствующую роль лишь в развитии и динамике геосистемы.

Водные потоки создаются при определенных условиях, от сочетания которых зависит величина водности и ее режим, продольный уклон русел формируются аллювием рек. Все это определяет интенсивность эрозии на склонах и руслообразующую деятельность постоянных потоков. Эрозионно-аккумулятивные и русловые процессы – единое целое, зависящее от характера геосистем водосбора, и нельзя их рассматривать отдельно от реки. Поэтому и их водосборы должны изучаться в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности.

В зонах формирования стока тектонические и климатические особенности в неодинаковой степени влияют на флювиальную денудацию, поэтому в зависимости от сочетания изменения этих факторов могут одновременно развиваться противоположные рельефообразующие процессы в пределах одного и того же бассейна рек. В зонах формирования стока в бассейнах рек Шу и Талас, на одних и тех же абсолютных высотах доминируют временно-русловые потоки различного генезиса, своеобразно реагируют на изменения элементов климата. Фациальная неоднородность связана с формированием сопок, болот, холмов и оврагов.

Эрозионно-аккумулятивная деятельность рек связана с затратами энергии потока, соотношения между которыми приближенно определяются произведением расхода воды на уклон и, следовательно, в равной мере реагирует на колебания климата, приводящие к изменению водности потока, степени неравномерности стока и т.д., а также тектонические движения, непосредственно вызывающие уменьшение или увеличение продольного уклона. Движение воды связано с трансформацией энергии и способностью постоянного изменения гидравлической характеристики потока. Поэтому степень устойчивости геосистем в разных условиях формирования стока различна и зависит от вышесказанного.

Процессы глубинной эрозии или аккумуляции, в зависимости от факторов их вызывающих, распространяются вниз (трансгрессивно) или вверх (регрессивно) по течению, а также могут проявляться по длине всей реки. Глубинная эрозия дает и интенсивную боковую эрозию, которая может проявляться и в зоне аккумуляции на склонах. От интенсивности глубинной эрозии зависит степень изменчивости ландшафтов бассейна и характеристики трансформационных рядов биоты и почвы.

В геосистемах поймы рек, в связи с иссушением климата последних лет и изменением базиса эрозии произошли изменения. Понижение базиса эрозии в силу антропогенного фактора и уменьшение ледникового

стока понизили уровень грунтовых вод. Это отразилось на биопродуктивности тугайных геосистем рек Шу и Талас, пойменных сенокосных и пастбищных угодий, геосистем надпойменных террас, формирующихся на аллювиально-пролювиальных отложениях.

Боковая эрозия, в процессе образования различных форм руслового процесса (меандр, рукава, перекаты), зависит от устойчивости русла. Интенсивность этих процессов, обусловленных антропогенным фактором, создает своеобразную комплексность: мозаичность пойменных и припойменных геосистем бассейновых территорий внутриконтинентального стока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боков В.А. Физико-географические границы и выделение геосистем // Проблемы природного районирования. – Уфа, 1977. – С. 55-59.
2. Кондратьев Е.Е. Русло реки и эрозия в ее бассейне. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 120 с.
3. Маккавеев Н.И. Сток и русловые процессы – М.: Гидрометеиздат, 1971. – 98 с.
4. Мильков Ф.Н. Перемещение вещества и принцип компенсации в географической оболочке // География и природные ресурсы. – 1982. – №2. – С.16 - 23.
5. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов – М.: Наука, 1979. – 158 с.

Институт географии, г. Алматы

ГЕОЖҮЙЕЛЕРДІҢ ДАМУЫНДА ІШКІ ЖҮЙЕЛІ ҰЙЫМДАСТЫРУ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕГІ АРНАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕР

Геогр. ғылымд. докторы Ж.Д. Достай
М.Н. Мұсабаева

Мақалада геожүйелердің дамуының теориялық мәселелері ұйымдастыру мен дифференциацияның алаптық көзқарас тұрғысынан талқыланады.

УДК 621.694.3

О ВИХРЕВЫХ ГИДРОЭЛЕВАТОРАХ

Доктор техн. наук А.А. Абдураманов
Е.Е. Тунгишбаев
Н.А. Абдураманов

В статье изложен механизм движения жидкости в вихревых гидроэлеваторах, в которых один из взаимодействующих потоков или оба потока закручены.

Низкая величина КПД струйных аппаратов, в том числе гидроэлеваторов долгое время считалась естественной. На ошибочность такого мнения в свое время указывал еще Г.Е. Мускевич: «Низкий КПД гидроэлеватора не является органическим недостатком струйных аппаратов, кроющимся в самой природе процесса смешения, а в не совершенстве их конструкции» [7]. При этом он не отрицал возможность улучшения конструкции струйных аппаратов путем снижения коэффициентов гидравлических сопротивлений во входном участке, приемной камере, камере смешения и в диффузоре. Такого же мнения придерживался и П.Н.Каменев [5].

Однако из наших поисковых работ последнего десятилетия стало ясно, что повышения КПД струйных аппаратов (гидроэлеваторов) путем снижения трения на поверхностях деталей и тем самым уменьшения гидравлических сопротивлений не является единственным.

КПД (и коэффициент эжекции) гидроэлеватора можно увеличить путем повышения разности абсолютных давлений между свободной поверхностью источника воды и приемной камерой гидроэлеватора, а также созданием на поверхности пограничного слоя режима максимального вовлечения пассивного (спутного) потока в рабочую струю.

Технически это осуществляется закруткой одного из взаимодействующих потоков (спутного всасываемого потока или рабочей струи) или обоих потоков. При этом в пограничном слое образуется градиентное поле давления, и турбулентное вовлечение спутного потока в рабочую струю гидроэлеватора.

Другим важным параметром в эффективной работе гидроэлеваторов является оптимальное расстояние между срезом рабочего насадка и

началом (горловиной) камеры смешения ℓ_{onm} . Это расстояние до сих пор определяется экспериментальным путем индивидуально для каждого струйного аппарата в отдельности. Дело в том, что при $\ell > \ell_{onm}$ (для коэффициента эжекции $q > q_{onm}$) имеет место резкое падение напора нагнетания. Б.Э. Фридман объясняет это явление действием кавитации.

Экспериментальными исследованиями ВНИИНЕРУД и Г.Е. Мускевича [7] установлено, что в камере смешения образуются три характерных участков: активный (полезное всасывание эжектируемой среды), пассивный (зона поверхностного вихревого вальца) и стабилизирующий (выравнивание эпюры скоростей смешанного потока).

Размеры поверхностного вихревого вальца тем больше, чем меньше коэффициент эжекции гидроэлеватора.

Это очень похоже на изменение размера осевого вихря в межлопастном пространстве центробежного насоса: при большей подаче насоса размеры осевого вихря уменьшаются и смещаются в сторону напорной поверхности лопасти рабочего колеса. Здесь уместно упомянуть, что ещё Г.Н. Абрамовичем был обнаружен поверхностный (вихревой) валец вокруг осесимметричной струи в ограниченном цилиндрическом пространстве [4].

Образование поверхностного вальца объясняется автором работы [4] недостаточной величиной энергии рабочей струи для проталкивания суммарного расхода дальше, в камеру смешения, где имеет место положительный градиент давления.

Поверхностный валец, образуется вдоль камеры смешения гидроэлеватора в различных местах. Можно отметить три характерных его вида:

1. поверхностный валец начинается с сечения, совпадающего с плоскостью среза рабочей насадки ($y_1 = r_0$), и заканчивается в камере смешения в сечении, где $y_2 = r_{к.с.}$ (рис. 1а). Этот вид вальца по аналогии с гидравликой гидротехнических сооружений уместно именовать надвинутым поверхностным вальцом (НПВ);
2. поверхностный валец начинается с некоторого расстояния от плоскости среза рабочей насадки и распространяется до сечения, в котором граничная линия в радиальном направлении достигает стенки камеры смешения (рис. 1б). Этот вид поверхностного вальца условно можно называть предельным (ППВ);

3. поверхностный валец образуется в концевом участке, между стенкой камеры смешения и границей погранслоя (рис. 1в). Этот вид вальца считается отогнутым поверхностным вальцом (ОПВ). Надвинутый поверхностный валец охватывает всю длину пограничной линии.

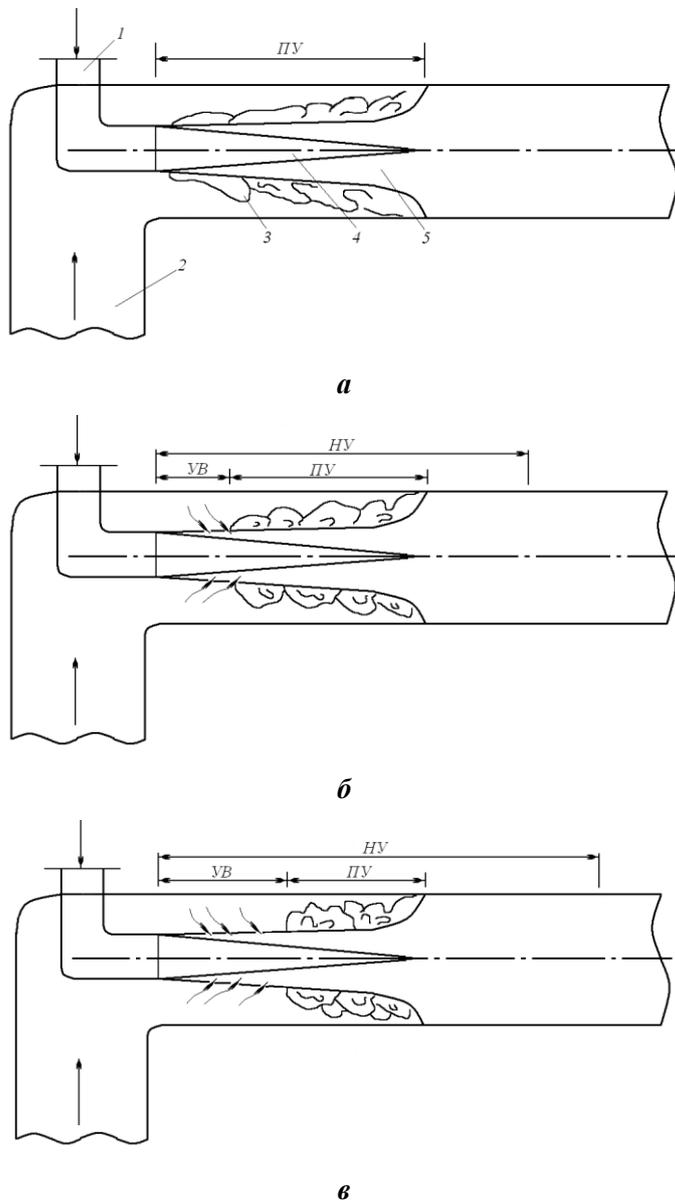


Рис. 1. Виды поверхностного вальца.

Вовлечение жидкости и отток из пограничного слоя по объему примерно одинаково. Участок ведет себя как пассивный (ПУ), хотя сме-

шение рабочей и пассивной жидкостей происходит достаточно активно. Длина пассивного участка приблизительно равна длине ядра рабочей струи. Коэффициент эжекции незначителен.

Предельный поверхностный валец характеризуется наличием активного участка вовлечения (УВ) и пассивного участка (ПУ). В этом случае скорость рабочей струи больше, чем скорость струи в предыдущем случае. Поэтому длина ядра струи (начального участка) более значительна, а объем поверхностного вальца гораздо меньше, чем при надвинутом гидравлическом прыжке.

Отогнанный поверхностный валец обладает большей длиной участка вовлечения и минимальной длиной пассивного участка. Этот вид прыжка имеет место при больших скоростях рабочей струи. Коэффициент эжекции – максимален из возможных при работе прямоочных гидроэлеваторов. Объем поверхностного вальца – минимален. Здесь длина участка вовлечения намного больше, чем длина пассивного участка. Длина ядра рабочей струи тоже наибольшая.

Известно, что турбулентная свободная струя, распространяющаяся в затопленном пространстве, состоит из начального и основного участков. Теория турбулентной свободной струи подробно разработана Г.Н. Абрамовичем и его школой [4].

Распространить эту теорию автоматически для пограничного слоя, имеющего место в цилиндрической трубе (камере смешения) гидроэлеватора было бы неуместным. Пограничный слой в камере смешения прямоочного гидроэлеватора имеет свои особенности. Область сопряжения всасываемого спутного потока с рабочей струей гидроэлеватора, как обосновано выше, включает в себе участок вовлечения (рис. 2а, сечения I – II) и пассивный участок (рис. 2а сечения II – III). Далее гидравлические параметры смешанного потока постепенно приобретают стабильные значения.

Этот участок (за сечением III) камеры смешения можно назвать участком стабилизации (УС). В конце камеры смешения профиль осевых скоростей приобретает логарифмическое распределение (по поперечному сечению). Таким образом, длина камеры смешения гидроэлеватора L_{kc} складывается из двух длин: длины участка сопряжения потоков ($L_c = L_{yg} + L_{ny}$) и длины участка стабилизации (L_{cm}), то есть:

$$L_{kc} = L_c + L_{cm}. \quad (1)$$

Пограничный слой с внутренней стороны ограничивается ядром рабочей струи 4 клинообразной (конической) формы, в котором величина начальной скорости ($U_0 = \mathcal{G}_0$) сохраняется по длине начального участка (НУ).

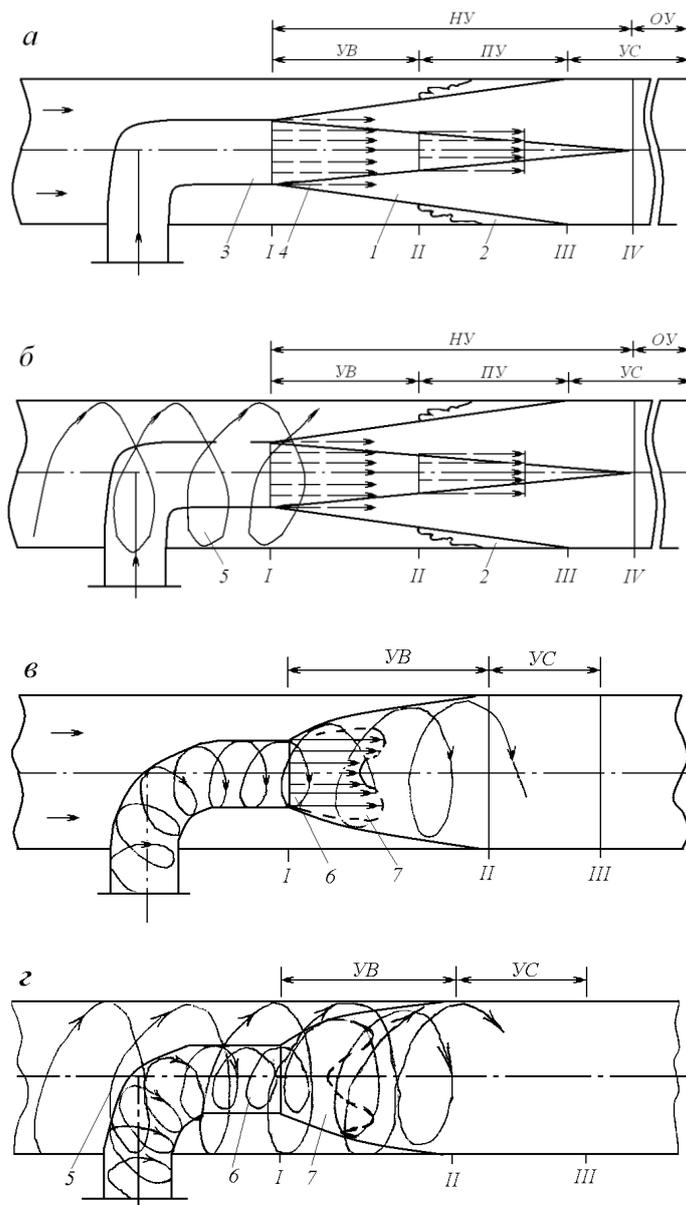


Рис. 2. Принципиальные схемы прямоточного и вихревого гидроэлеваторов.

Известно, что в целом КПД прямоточных гидроэлеваторов очень мал, именно поэтому широкое распространение их ограничено, предпочи-

тают применять на практике центробежные насосы. Исследования последних лет показали [1...3] возможность повышения КПД струйных аппаратов путем закручивания одного из взаимодействующих или обоих потоков (активного и пассивного). На рис. 2б приведен струйный аппарат, в котором всасываемый (спутный) поток подведен в приемную камеру в закрученном виде. Такие струйные насосы исследованы А.А. Абдурамановым и И.С. Сейтасановым [3]. Коэффициент эжекции (всасывания) прямооточной рабочей струи при вихревом подводе пассивного потока оказался выше, чем у обычных струйных насосов. В настоящее время предложены струйные насосы, в которых рабочая струя выходит из напорного сопла в закрученном виде б (рис. 2в). Распределение продольных (по сечению) скоростей на выходе из сопла и в следующих поперечных сечениях совершенно отличаются от профиля скоростей в прямооточных струйных насосах. Здесь максимальные продольные скорости γ отклонены от геометрической оси трубы в сторону и расположены осесимметрично. Это способствует увеличению коэффициента эжекции еще больше, чем в конструкциях, приведенных выше гидроэлеваторов (струйных насосах). На практике часто встречаются случаи, когда рабочая струя и всасываемый пассивный поток закручены (рис. 2г) [1, 2].

В вихревых гидроэлеваторах [3], в которых рабочая (осевая) струя – прямооточная, а всасываемая (пассивная) струя – закрученная (рис. 2б), коэффициент эжекции увеличивается значительно (1,3...1,5 раза) по сравнению с гидроэлеваторами, в которых обе струи прямооточные. Объяснить этот эффект до сих пор не удавалось. Удовлетворялись лишь тем, что внешний закрученный (всасываемый) поток в какой-то степени способствует углублению вакуума, создаваемого в приемной камере гидроэлеватора рабочей струей. Но из-за малой скорости всасывания пассивной среды это дополнительное углубление вакуума не могло настолько увеличить всасываемый расход. Следовательно, причина явления в другом. Ниже приведена попытка выяснения причины – повышения коэффициента эжекции в вихревых гидроэлеваторах. Рассмотрим сначала прямооточный гидроэлеватор (рис. 2а), состоящий из рабочего сопла, соосно расположенного в цилиндрической камере смешения. Пусть внешний всасываемый поток – закрученный, а внутренний рабочий поток – прямооточный. Рабочая струя, распространяясь в камере смешения, образует плавно изменяющийся пограничный слой, в поперечных сечениях которого имеет место параболический профиль скоростей. Если такой поток окружен с внешней стороны закру-

ченной струей, то профиль скоростей преобразуется в логарифмический. При одинаковых условиях, в последнем случае, средняя скорость по сечению значительно увеличивается, расход повышается.

Внешний закрученный поток под действием центробежной силы инерции, уменьшая толщину ламинарного подслоя у твердой стенки камеры смешения, интенсифицирует турбулизацию потока, превращая параболический профиль местных скоростей в логарифмический. Очевидно, что на резкое повышение коэффициента эжекции гидроэлеватора последний аргумент влияет более весомее, чем вакуум дополнительно создаваемый всасываемой струей. Это находит свое подтверждение результатами исследований, приведенных в работе [6]. При вращении цилиндрической трубы наблюдается эффект увеличения расхода протекающей в ней жидкости. Соотношение расходов, полученное опытным путем, позволяет утверждать, что между Q_{\max} и $Q_{\varpi=0}$ существует зависимость:

$$\frac{Q_{\max}}{Q_{\varpi=0}} \cong 2, \quad (2)$$

где Q_{\max} – расход при вращении трубы с угловой скоростью $\varpi_{кр}$; $Q_{\varpi=0}$ – расход трубы без вращения (угловая скорость $\varpi = 0$).

Таким образом, при неизменном перепаде давления (ΔP) и критической угловой скорости вращения ($\varpi_{кр}$), величина расхода (Q_{\max}) превышает расход $Q_0 = Q_{\varpi=0}$ (без вращения трубы) примерно в два раза.

В работе [6] этот эффект объясняют тем, что с увеличением частоты вращения трубы уменьшается сопротивление трения путем разрушения пристенного слоя. Такое объяснение становится ясным, если учесть следующие три обстоятельства. Во-первых, вращение трубы из-за вязкости реальной жидкости создает в ее поперечном сечении центробежное поле сил инерции, преобразующее параболический профиль в логарифмический профиль скоростей (при турбулентном режиме). При этом средняя скорость по сечению резко возрастает. Во-вторых, вращение трубы вызывает рост осевой составляющей скорости прямо у стен трубы, что способствует выравниванию местных скоростей у ядра турбулентного потока, так как наложение параболического профиля скоростей осевого потока и M -образного профиля аксиальных скоростей закрученного внешнего потока в гидроэлеваторах образует характерный для турбулентного потока логарифмический профиль скоростей. В-третьих, при вращении трубы образуется низкое абсолютное давление жидкости, чем при прямом течении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдураманов А.А., Абиров А.А. Результаты экспериментальных исследований вихревого гидроэлеватора // Сб. Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве. – Т. 41, Вып. 1. – Тараз: ИЦ «Аква», 2004. – С. 19-26.
2. Абдураманов А.А., Касабеков М.И. К расчету камер смешения прямоточных и вихревых гидроэлеваторов // Механика и моделирования процессов технологии. – №1. – 2001. – С. 87-92.
3. Абдураманов А.А., Сейтасанов И.С., Донис Д.К. Ресурсосберегающая конструкция гидроэлеватора и результаты ее исследования // Наука и образование Южного Казахстана. – №7. – 1998. – С. 74-79.
4. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Физматгиздат, 1960. – 715 с.
5. Каменев П.Н. Гидроэлеваторы в строительстве. – М.: Изд. лит. по строительству, 1970. – 415 с.
6. Каминер А.А., Яхно О.М. Гидромеханика в инженерной практике. – Киев: Изд-во «Техника», 1987. – 174 с.
7. Мускевич Г.Е. Гидравлические исследования и расчет водоструйных аппаратов (гидроэлеваторов) // Автореф. дисс.... канд. техн. наук, МГМИ, М. 1971. – 45 с.

ТарГУ им. М.Х. Дулати, г. Тараз

ҚҰЙЫНДЫ ГИДРОЭЛЕВАТОРЛАР ТУРАЛЫ

Техн. ғылымд. докторы Ә.Ә. Әбдіраманов
 Е.Е. Тұңғышбаев
 Н.Ә. Әбдіраманов

Мақалада өзара әрекет етуші ағындардың біреуі немесе екеуіде бұралған, құйынды гидроэлеваторлардағы сұйықтың қозғалысының механизмі қарастырылған.

УДК 551.510.42

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГИДРОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Доктор геогр. наук

М.Х. Сарсенбаев

Канд. техн. наук

М.Г. Баженов

С.Р. Жанпеисова

Предлагается характеризовать распределение среднедушевого денежного дохода населения при помощи кривых распределения Пирсона 3-его типа. Это позволяет прогнозировать уровень доходов наиболее проблемных групп населения.

Известно, что важные результаты исследований часто достигаются на стыке смежных наук. Особенно это относится к отраслям знания, возникшим в пограничных областях науки, например, гидрологии суши. Одной из ее особенностей является работа с большими массивами данных, получаемых на сети гидрологических станций и постов, а также результатов измерений на метеорологических станциях. Здесь накоплен значительный опыт установления общих закономерностей гидрологических процессов и определяющих их факторов. В частности, успешно применяя методы математической статистики, ученые гидрологи Д.Л. Соколовский, С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель и другие, обработав огромный гидрометрический материал, с применением биномиальных кривых распределения, установили основные зависимости для расчета их параметров. В дальнейшем, многими коллективами ученых продолжались исследования по применению кривых распределения к анализу колебаний годового стока.

Статистика населения имеет в качестве объекта изучения самые разные совокупности: от населения в целом, до домохозяйств. Исходной базой служат текущий учет и единовременные наблюдения в виде сплошных или выборочных переписей. Одной из важнейших задач статистики населения является изучение уровня жизни населения, и в частности, характеристика дифференциации доходов разных групп общества.

Применяют следующие показатели оценки уровня жизни населения:

- среднемесячная зарплата;
- среднемесячная зарплата и величина прожиточного минимума;
- номинальный доход на душу населения;

- минимальный размер зарплаты;
- неравномерность распределения доходов;
- моделирование уровня жизни населения;
- новейшие методические исследования по статистике уровня жизни населения.

Представленный перечень отражает систему индикаторов по возрастающей степени полноты и глубины характеристик явления. Так, например, первая ступень – среднемесячная зарплата – определяет лишь самое общее представление об уровне жизни населения, вторая имеет уровень сравнения, и поэтому более информативна, третья учитывает коэффициент семейности, который очень серьезно влияет на среднедушевой доход.

Степень неравномерности дохода на душу населения характеризуется многими показателями, которые входят в четвертую и последующие группы. По минимальному размеру зарплаты можно получить представление о размахе вариации, как разности между наибольшим и наименьшим значением дохода на одного человека.

В пятой группе для оценки исследуемой величины относительно среднего значения используют различные характеристики рассеяния [7]: среднее линейное отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

По результатам обследования размеров заработной платы на предприятиях, отраслях экономики и по территории получают ряды распределения работников по величине месячной оплаты труда. На основе полученных данных вычисляют различные коэффициенты, которые характеризуют дифференциацию заработной платы. К ним относятся децильный, квантильный, квартильный, коэффициенты дифференциации, а также модальный, медианный доход, коэффициент концентрации доходов Джини, а для характеристики степени бедности используют показатели: индекс глубины бедности и индекс остроты бедности. Большинство перечисленных показателей приводятся в информационных изданиях статистических органов государств. Все пять групп с той или иной детальностью характеризуют существующее состояние условий жизни населения.

Важнейшая проблема прогнозирования доходов групп общества и особенностей их распределения рассматриваются на последующих стадиях анализа – шестой и седьмой. Расслоение общества, произошедшее в результате перехода к рыночной экономике, предопределило актуальность

вопросов научного предвидения распределения доходов домашних хозяйств. Возникла потребность в математической модели.

Следует отметить, что до середины девяностых годов решение таких задач не требовалось, так как распределение доходов было относительно равномерным и строго регулируемым при плановой системе хозяйствования. Поэтому в настоящее время имеется наибольшее количество работ по данной проблеме. Математическая модель, характеризующая распределение групп населения по размеру заработной платы и по среднему денежному доходу, основана на законе логнормального распределения [8]. Такое распределение принято гипотетически, с целью приведения логарифмов переменной величины к закону нормального распределения.

При исследовании некоторых гидрологических явлений также используют логарифмически-нормальную кривую распределения [2]. Но наибольшее распространение при изучении колебаний речного стока уже в течение многих десятилетий получила биномиальная кривая распределения, одна из модификаций которых называется кривой Пирсона 3-го типа. Биномиальная асимметричная кривая ближе всех соответствует измеренным величинам стока и позволяет прогнозировать самые важные величины переменной, находящейся в верхнем и нижнем участках кривой, т.е. максимальные и минимальные значения переменной.

Наше предложение сводится к рекомендации применять этот вид распределения в качестве математической модели, характеризующей неравномерность доходов различных групп населения. Основанием для такого предложения могут служить следующие обстоятельства.

Ещё в 40-х годах прошлого века один из классиков гидрологической науки М.А. Великанов отмечал широкое применение асимметричных кривых распределения Пирсона в различных областях, и, в частности, в статистике населения. При этом для изучения стока, по его мнению, больше всех остальных кривых соответствует кривая 3-го типа [1].

Особенности данной теоретической кривой, представленной в виде кривой обеспеченности, в ее очертании: слева она ограничена и круто уходит вверх, а вправо – плавно уменьшается и может достигать нулевого значения. Такой характер изменения распределения доходов имеет место и в домохозяйствах при рыночной экономике: небольшая часть общества получает доход, многократно превышающий среднюю величину, а основная масса населения имеет доход, близкий к среднему значению, и меньше его, вплоть до отсутствия дохода (безработные и др. категории

населения). Именно это последнее обстоятельство – возможность допустить нулевой доход, дает обоснование для правомерности применения кривой Пирсона 3-его типа. Другое условие заключается в необходимости равенства превышения коэффициента асимметрии удвоенному значению коэффициента вариации, полученных вычислением по эмпирическому ряду [1]. Судя по разбросу величин доходов, это условие часто соблюдается.

Д.Л. Соколовский, который впервые в СССР вел в практику гидрологических расчетов биномиальную асимметрическую кривую, анализируя возможные соотношения C_s и C_v , отмечал, что подавляющее большинство эмпирических кривых обеспеченности удовлетворительно выражается биномиальными асимметричными кривыми распределения при $C_s = 2C_v$ [4]. Такое суждение, по-видимому, можно допустить и к статистике распределения доходов населения.

Для случаев, когда $C_s \geq C_v$, С.Н. Крицкий и М.Ф. Менкель получили семейство кривых распределения – «трехпараметрическое гамма-распределение», которое имеет более широкий диапазон применения. Изложенную концепцию детализируем на конкретном фактическом материале. Некоторые результаты выборочного обследования доходов населения в разных регионах приведены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение населения по размеру среднедушевого располагаемого денежного дохода в Республике Казахстан в 2000 году [5], (в процентах)

Денежный доход в месяц, тенге	Все домохозяйства	Городские домохозяйства	Сельские домохозяйства
до 3000	50,7	33,1	73,2
3001...6000	33,3	43,7	20,1
6001...9000	10,0	14,8	4,2
9001...12000	3,4	4,8	1,3
12001...15000	1,4	1,9	0,6
15001...18000	0,5	0,7	0,2
свыше 18000	0,7	1,0	0,4

По данным табл. 1 очевидно, как высока степень дифференциации доходов населения, и какое большое различие уровня жизни городских и сельских жителей.

Особенностью такого рода данных обследований является неопределенность крайних групп доходов. Выражения «до» и «свыше» оставляют широкий диапазон предположений и возможной величины денежного дохода: от нуля и до нескольких миллионов тенге в месяц.

Учитывая большую социально-экономическую значимость именно этих крайних групп, органы статистики, наряду с характеристиками низкодходных категорий населения, выделяют такой показатель, как «соотношение доходов 10 % наиболее и наименее обеспеченного населения» [3]. Так, доходы наиболее обеспеченного населения в 1999 году превышали доходы наименее обеспеченного населения в 11 раз, в 2000 году – в 11,9 раз, в 2001 году – в 11,3 раза, в 2002 году – в 9,8 раза.

По нашему мнению, широко распространенный в статистике прием выделения децильных коэффициентов, характеризующих это соотношение, и тем более квинтильных и квартильных [1] слишком обобщенно описывают неравномерность доходов. Внутри таких групп могут быть категории граждан, которые приводят к соотношениям доходов на порядок или на два порядка превышающие указанные величины.

Количество экстремальных доходов (зачастую скрываемых) можно хотя бы приближенно вычислить с помощью математической модели, представляемой той или иной теоретической кривой распределения вероятностей. Технология статистического анализа, выполненная с использованием данных табл. 2, производится по методике, описанной в [6].

Таблица 2

Расчет статистических характеристик, необходимых для определения средней зарплаты и коэффициента вариации домохозяйств РК в 2000 году

Группы по доходу, тыс. тенге, D	Процент групп по численности населения, f	Середина интервала, тыс. тенге, X	$X-A$, где $A = 10,5$ тыс. тенге	$(X-A)/i$	$((X-A)/i)f$	$((X-A)/i)^2$	$((X-A)/i)^2 f$	Σf
до 3	50,7	1,5	-9	-6	-304,2	36	1825,2	5,3
3...6	33,3	4,5	-6	-4	-134,8	16	539,2	84,0
6...9	10,0	7,5	-3	-2	-20,0	4	40,0	94,0
9...12	3,4	10,5	0	0	0	0	0	97,4
12...15	1,4	13,5	3	2	2,8	4	5,6	98,8
15...18	0,5	16,5	6	4	2,0	16	8,0	99,3
свыше 18	0,7	19,5	9	6	4,2	36	25,2	100
Σ	100				-450		2443,2	

Примечание: i – произвольное число, принимаемое для упрощения статистических расчетов = 1500 тенге, A – значение средней заработной платы.

Таким образом, вычисленный средний доход по всем домохозяйствам равен:

$$\bar{X} = \frac{\left[\sum \left(\frac{X-A}{i} \right) f \right]}{\sum f} + A = \frac{-450 \times 1500}{100} + 10500 = 3750 \text{ тенге.} \quad (1)$$

По статистическим данным среднемесячный доход на душу населения в 2000 году составлял 3983 тенге, а в 1999 году – 3408 тенге [5], т.е. вычисленная по сгруппированным данным величина близка к зафиксированным значениям.

Дисперсию в статистике вычисляют по формуле:

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{\sum \left(\frac{X-A}{i} \right)^2 \times f \times i^2}{\sum f} - (\bar{X} - A)^2 = \\ &= \frac{2443,2 \times 1500^2}{100} - (3750 - 10500)^2 = 9409500. \end{aligned} \quad (2)$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{9409500} = 3067 \text{ тенге.} \quad (3)$$

Коэффициент вариации равен:

$$Cv = \frac{\sigma}{\bar{X}} = \frac{3067}{3750} = 0,82 \text{ (или 82 \%)} \quad (4)$$

Такое значение коэффициента вариации в статистике доходов населения при рыночной экономике, по-видимому, является нормальным. В гидрологии при характеристике неравномерности стока, приведенная величина считается очень большой.

Аналогичные расчеты для домохозяйств городского и сельского населения (по данным таблицы 1) привели к следующим результатам: в городских домохозяйствах $\bar{X} = 4650$ тенге, $\sigma = 3299$ тенге, $Cv = 0,71$; а в сельских – $\bar{X} = 2646$ тенге, $\sigma = 2393$ тенге, $Cv = 0,90$. Очевиден очень большой разрыв в доходах городского и сельского населения. Вариации доходов в сельском домохозяйстве значительно шире, чем в городах, и по республике в целом.

Имея количественные значения \bar{X} и Cv и приняв $Cs = 2Cv$, можно построить теоретическую кривую обеспеченности при помощи табулированных значений ординат биномиальной асимметричной кривой С.Н. Крицкого – М.Ф. Менкеля, С.И. Рыбкина, А. Фостера. Форма ее представлена на рис. 1. Если сопоставить ее с гистограммой распределе-

ния доходов домохозяйств, построенной по данным таблицы 1, то можно убедиться в их идентичности (рис. 2).

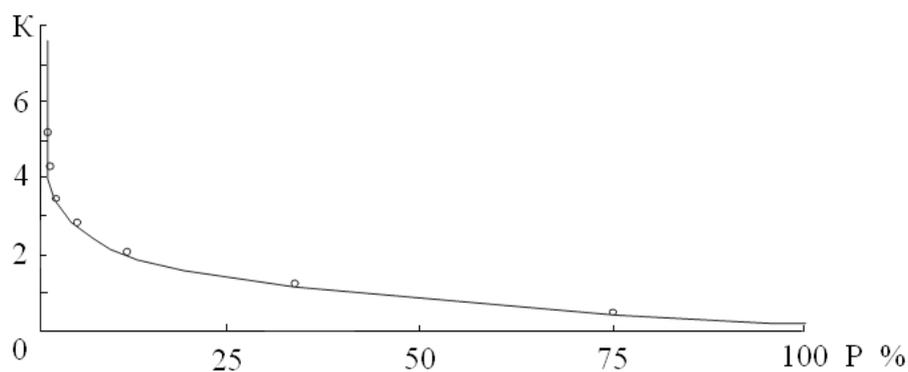


Рис. 1. Ординаты кривой обеспеченности при $C_v = 0,82$ и $C_s = 2C_v$ (биномиальная кривая), построенные по таблице С.И. Рыбкина. \circ – модульные коэффициенты фактических величин.

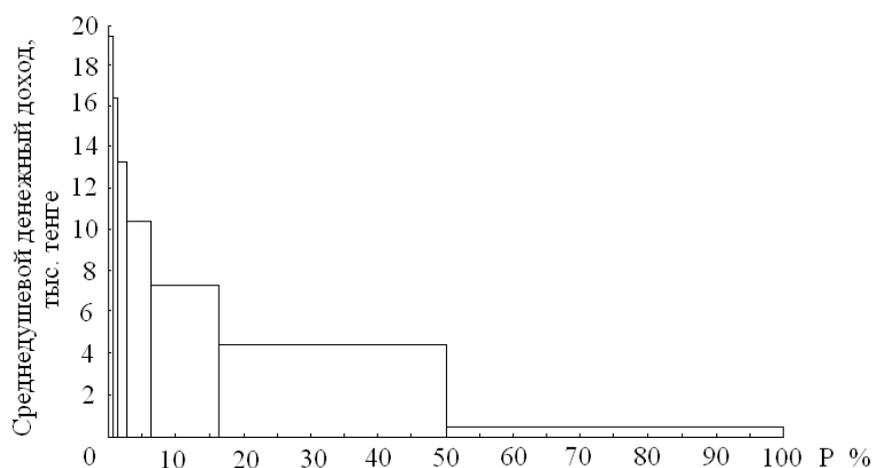


Рис. 2. Гистограмма распределения доходов населения домохозяйств в 2000 г. по данным Агентства РК по статистике [5].

Более детальное сопоставление теоретических и экспериментальных величин переменных можно выполнить, как это делается в гидрологии, нанося измеренные значения на теоретическую интегральную кривую. Для этого необходимо вычислить модульные коэффициенты $K = \frac{X}{\bar{x}}$ и середину интервала данной группы населения по численности (обеспеченности) на суммарной кривой – $\frac{1}{2} \sum P$ (табл. 3).

Расчет координат экспериментальных (фактических) величин дохода, выраженных через модульные коэффициенты (K)

Средний доход (X), тыс. тенге	$K = \frac{X}{\bar{x}}$	Процент групп по численности населения, f	$\sum f$	$\frac{1}{2} \sum f$ соседние группы
19,5	5,2	0,7	0,7	0,35
16,5	4,4	0,5	1,2	0,95
13,5	3,6	1,4	2,6	1,90
10,5	2,8	3,4	6,0	4,30
7,5	2,0	10,0	16,0	11,0
4,5	1,2	33,3	49,3	32,6
1,5	0,4	50,7	100,0	74,8

Нанеся значения K и $\frac{1}{2} \sum f$ на рисунок 1, убеждаемся что совпадение статистических данных и соответствующих ординат теоретической биномиальной кривой при принятых параметрах ($\bar{X} = 3,75$ тыс. тенге, $Cv = 0,82$, $Cs = 2Cv$) дают удовлетворительный результат. Это дает основание для использования кривой распределения Пирсона 3-го типа для анализа различных аспектов динамики доходов населения и, самое главное, для прогнозирования их при различных социально-экономических условиях.

Дальнейшие исследования возможностей, достигаемых при помощи предлагаемой методики, выполним в 2-х направлениях.

Первое – получение при помощи биномиальной кривой распределения традиционных социально-экономических показателей: децилей, квинтелей, квартилей, кривой Лоренца и др. Второе – прогнозирование уровня доходов в крайних децильных группах, которые по своей социально-экономической значимости можно назвать проблемными группами.

Для придания общности результатам анализа доходы исследуемых групп населения будем представлять в относительных безразмерных единицах. При рассмотрении децильных групп, группу с наиболее высокими доходами K_6 будем относить к обеспеченности на теоретической кривой равной $P = 10\%$, а низкодоходную группу K_1 – к $P = 90\%$.

Вычислив отношение модульных коэффициентов $\frac{K_{p=10}}{K_{p=90}}$, по таблицам ординат биномиальной кривой обеспеченности при $Cs = 2Cv$, в зависимости от различных значений коэффициентов вариации, можно постро-

ить график (рис. 3). На этот график нанесены фактические значения соотношения доходов наиболее обеспеченного населения, доля которых составляет 10 % от численности, и наиболее бедного с такой же долей равной 10 %. Величины этого соотношения были приведены выше. Как видно на рис. 3, значения соотношения доходов расположены вблизи кривой на ординате $C_V = 0,82$. Теоретическое значение этого соотношения, полученное по таблице С.И. Рыбкина, составляет: $K_{p=10} = 2,089$; $K_{p=90} = 0,197$;

$\frac{K_{p=10}}{K_{p=90}} = 0,6$. Близость рассматриваемых величин вполне очевидна.

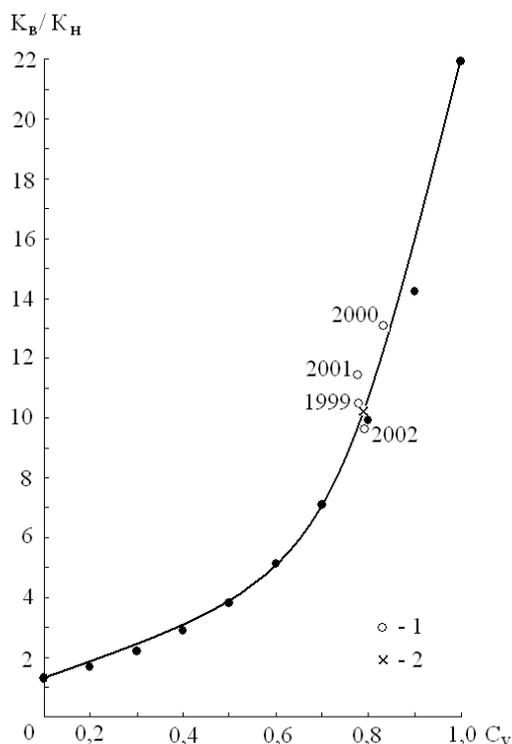


Рис. 3. График зависимости отношения ординат $P = 10\%$ и $P = 90\%$ кривой обеспеченности С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля от величины C_V (биномиальная кривая $C_s/C_V = 2$). 1 – статистические данные по соотношению 10 % наиболее и наименее обеспеченного населения; 2 – расчетная (теоретическая) величина.

Характер кривой, изображенной на рис. 3, показывает, что разрыв в уровне доходов населения очень сильно зависит от коэффициента изменчивости – C_V . Если при низких значениях C_V от 0,1 до 0,5 – различия в доходах более или менее равномерны и примерно соответствуют доходам

при плановой экономике, то после достижения $Cv = 0,7$ и выше градиент величин доходов растет экспоненциально.

Для анализа нижнего участка кривой воспользуемся данными, приведенными в [6].

Таблица 4

Распределение работников строительной организации по размеру заработной платы

Группы работников с зарплатой (тыс. руб.)	Число работников	Процент от общего числа	Обеспеченность P для построения интегральной кривой, %
1	2	3	4
до 40	70	11,7	100
40...60	100	16,7	88,3
60...80	140	23,3	71,6
80...100	150	25,0	48,3
100...120	90	15,0	23,3
120...140	40	6,7	8,3
140 и выше	10	1,6	1,6
Всего	600	100	

Исходная информация представлена в столбцах 1 и 2, вычисленная нами – в столбцах 3 и 4. Авторы получили все статистические параметры: среднюю заработную плату \bar{X} , дисперсию σ^2 , среднее квадратическое отклонение σ , коэффициент вариации Cv . Дальнейшая детализация расчетов заключалась в вычислении моды M_0 , медианы Me , нижней и верхней квантили, т.е. $1/4$ и $3/4$ от числа работников, расположенных в верху и внизу ряда.

Показано, что низкооплачиваемая группа охватывает две верхние строки распределения, доля которых равна 0,28 (как сумма 11,7 % + 16,7 %). Высокооплачиваемая группа полностью находится в интервале 80...100 тыс. руб., суммарная доля которой равна 0,77 (11,7+16,7+23,3+25=76,7 %) (табл. 4).

Вычислим отношение квантилей: $K_6/K_n = 0,77/0,28 = 2,75$. По графику (см. рис. 3) этому значению соответствует коэффициент вариации $Cv = 0,38$. Детальными расчетами авторов было получено для данного распределения коэффициент изменчивости $Cv = 37,7$ % [6], т.е. величины коэффициентов изменчивости, полученные разными методами, совпали.

Если рассмотреть распределение денежных доходов по квантильным группам для Республики Казахстан, то они выражаются в следующем виде (табл. 5) [5].

Таблица 5

Распределение доходов населения по крайним квинтильным группам, (%)

Относительный доход	Год			
	1997	1998	1999	2000
Наименьший, K_n	6,5	6,1	6,2	6,1
Наибольший, K_6	41,8	42,1	42,0	43,2
Индекс Джинни, ζ	0,338	0,347	0,340	0,343
K_6/K_n	6,4	6,9	6,8	7,1

Из данных табл. 5 следует, что неравномерность доходов имеет тенденцию к росту. Если по отношению K_6/K_n , используя график (рис. 3), определить коэффициент вариации, то величины его будут находиться в пределах от 0,67 до 0,70, что несколько ниже значения, полученного детальными расчетами ($Cv = 0,82$). Причины такого расхождения будут сформулированы ниже.

Второе направление нашего анализа основывается на исследовании особенностей кривой Пирсона 3-его типа на ее концевых участках. Характер кривой (рис. 1) своеобразен: наиболее крутой участок имеет место до обеспеченности $P = 10\%$, умеренная крутизна – при $P = 10...30\%$, и плавное уменьшение ординат начинается с обеспеченности $P = 30\%$ и до ее конца, т.е. до $P = 100\%$.

Такая форма кривой требует особого подхода к исчислению децилей, квинтилей, квартилей и их отношений. Здесь не допускается простое назначение середины интервала на шкале обеспеченности, особенно на левом, круто восходящем участке кривой. Практика статистических исследований (перепись населения, доходов и др.) связана с трудностью выявления групп населения с особо высокими доходами, так как они часто скрываются от налоговых органов и просто от общества. Таких предпринимателей называют олигархами, и просто хорошо обеспеченными людьми. Поэтому показываемые в статистических справочниках доходы группы населения в децильных и квинтильных группах можно считать значительными (именно поэтому в ряде стран проводят мероприятия по легализации доходов).

Изложенными обстоятельствами, в основном, объясняется разница коэффициентов вариации, полученная детальным расчетом ($Cv = 0,82$) и по соотношению квинтильных групп ($Cv = 0,67...0,70$). Преуменьшенная величина как раз и свидетельствует о неполном учете доходов самых высокообеспеченных категорий населения. Имеются данные, что только 38 крупных предприятий сырьевого сектора поддержали «Инициативу прозрачности доходов добывающих отраслей» – ЕІПІ – международную организацию,

созданную для контроля доходов. Более 200 компаний отказались от ее выполнения, тем самым не показав размеры прибыли. Такие компании и их владельцы характеризуются доходами, многократно превышающими средний доход и график которых круто уходит вверх (см. рис. 1).

Существующая методика учета неравномерности доходов населения не отражает всего диапазона величин их разнообразия. Так, приведенные в табл. 5 индекс Джини, характеризующий степень отклонения фактического распределения доходов от их равномерного распределения, относится к обществу в целом. Дифференцированные их значения можно получить для децильных групп лишь в относительных величинах – долях дохода без указания их размеров (рис. 4).

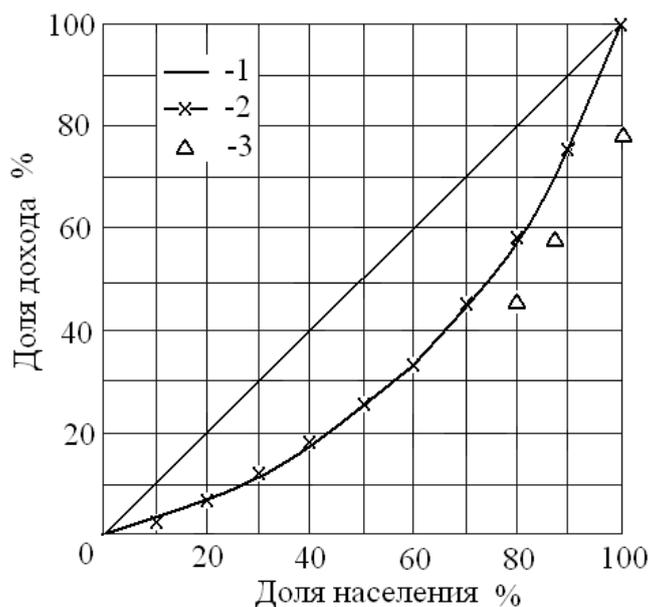


Рис. 4. Распределение доходов между децильными группами в РК в 1999 и 2002 гг. (кривая Лоренца). 1 – линия равномерного распределения, 2 – 2002 год, 3 – 1999 год.

На графике видно, что самая высокодоходная дециль характеризуется участком кривой от 90 до 100 % (наиболее крутой участок) и располагает доходом $100 - 73 = 27$ %, а низкодоходная – от 0 до 3...10 %. Отношение доходов равно 9, т.е. в высшей группе доходы в 9 раз превышают доходы низкооплачиваемой группы. Аналогично можно вычислить соотношение по квинтилям ($43/7,5 = 5,7$) и по квартилям ($49/10 = 4,9$). Если сопоставить полученные результаты по квинтилям с данными табл. 5, то можно обнаружить неко-

торое расхождение: в 1999 году по таблице $K_0/K_n = 6,8$, а по графику – 5,7. Следует отметить, что исходные данные в таблице и сам график являются результатом работы Агентства по статистике РК [3, 5].

Важными, по нашему мнению, являются следующие обстоятельства:

- с увеличением численности групп (от децилей к квартилям) уменьшается соотношение K_0/K_n и соответствующие им значения C_v (их величина получается по графику на рис. 4);
- крайние децили нуждаются в дальнейшей дифференциации групп населения по уровню дохода.

В гидрологии аналогичные проблемы являются постоянными объектами изучения на протяжении многих десятилетий. Эффективным инструментарием для этого являются кривые обеспеченности и их параметры. Их обычно строят на клетчатке вероятностей, а правильность построения и выбранного соотношения C_v и C_s устанавливают путем нанесения на график данных наблюдений.

Важнейшей проблемой гидрологии является прогнозирование максимальных расходов воды, от которых зависит устойчивость гидрологических сооружений. В социально-экономических исследованиях такой задаче соответствует определение группы населения с наивысшими доходами. Размер дохода или заработной платы и численность населения в такой группе могут существенно влиять на устойчивость развития данного общества.

По аналогии с гидрологией, для построения теоретической кривой обеспеченности максимальных доходов необходимо вычислить методом моментов ее параметры: средний из максимальных доходов \bar{D}_{\max} , коэффициент вариации C_v и коэффициент асимметрии C_s . По принятой кривой обеспеченности определяют расчетный доход – D_p :

$$D_p = K_p \times \bar{D}_{\max}, \quad (5)$$

где K_p – ордината кривой обеспеченности.

Для выполнения таких расчетов нужно располагать длинным (40...60 и более лет) рядом наблюдений величин максимальных доходов. Получить такой ряд для органов статистики не представляет особых затруднений, в отличие от гидрологии, где максимальные расходы $P = 0,01\%$ могут иметь место один раз в тысячу лет и поэтому остаются без измеренной количественной характеристики.

Возникает вопрос: что принимать за максимальный доход. Определяющими факторами для назначения нижнего порога D_{max} являются коэффициент вариации Cv и \bar{X} – т.е. характеристики основного ряда распределения доходов. Предлагается использовать следующую зависимость:

$$D_{max} = \frac{\bar{X}}{(1 - Cv)}. \quad (6)$$

По рассмотренным выше параметрам основного ряда имеем:

$$D_{max} = \frac{3750}{(1 - 0,82)} = 20833 \text{ тенге}.$$

Отношение $D_{max}/\bar{X} = 20833/3750 = 5,6$.

Если нет информации по величине коэффициента вариации, то за D_{max} можно принять верхний предел группы с самыми высокими доходами, т.е. в подробно рассмотренном примере это будет:

$$D_{max} = 18000 + 3000 = 21000 \text{ тенге},$$

где цифра 3000 характеризует ширину интервала по группировке величины доходов. Обе величины D_{max} несущественно отличаются друг от друга.

Вычисленное значение D_{max} рекомендуется расположить на последнем месте в ряду возрастающих величин доходов домохозяйств. Таким образом, упорядоченный ряд доходов будет таким, что на первом месте будет самый высокий доход, далее по мере уменьшения величин – следующие и на последнем месте D_{max} .

Введенная с 2001 года в органах статистики новая выборочная совокупность, численностью в 12 тысяч домохозяйств, достаточна, как для основного, так и дополнительного (максимальных доходов) рядов.

Имея длинные ряды, можно достоверно вычислить доходы населения любой интересующей нас численности по величине нижней границы доходов. При таком анализе, в отличие от традиционных статистических методов, где характеризуется все общество в целом (при помощи среднего дохода на душу населения), и таких его частей как квартили, квинтили и децили, можно получить информацию другого рода.

Например, приняв для анализа группу обеспеченностью 0,01 % при количестве домохозяйств в Казахстане 5 млн., и приняв среднюю величину из ряда максимальных доходов 40 000 тенге ($\bar{D}_{max} = 40\,000$ тенге), то доход группы домохозяйств, общим числом 500, составит:

$$D_{P=0,01\%} = K \times \bar{D}_{max} = 7,075 \times 40000 = 283000 \text{ тенге}. \quad (7)$$

Порядок принятых условных цифр отвечает реальным условиям: $K = 7,075$ – ордината биномиальной кривой обеспеченности при $Cv = 0,82$, $P = 0,01$ %. Если нужно знать доход, например, 90 % домохозяйств, аналогичный расчет с более определенными исходными данными: $\bar{X} = 3750$ тенге, $K_{P=90\%} = 0,197$, $Cv = 0,82$, составит:

$$D_{P=90\%} = K \times \bar{X} = 0,197 \times 3750 = 739 \text{ тенге} . \quad (8)$$

Полученный результат означает, что 90 % домохозяйств в 2000 году в Казахстане имели доход 739 тенге. При коэффициенте семейности равном 3,5 получаемая зарплата была 2586 тенге.

В качестве заключения можно отметить следующее: многолетний опыт гидрологии по анализу временных рядов может быть использован и другими отраслями знаний, в частности, экономической статистикой.

Применение биномиальных кривых распределения, по нашему мнению, перспективно для анализа статистики доходов домохозяйств. Данный метод позволяет установить нижний порог дохода домохозяйств любой численности, а также детально прогнозировать доход крайних групп населения: наиболее состоятельных и наиболее бедных.

Параметры кривых распределения: (коэффициент вариации и среднее арифметическое ряда) являются относительно устойчивыми по величине и изменяются только в результате существенных социально-экономических преобразований. При изменении величины по распределению степени обеспеченности разных групп населения можно производить с использованием прежнего значения коэффициента вариации.

В дальнейшем, с использованием более детального материала, необходимо уточнение более подходящих теоретических кривых распределения и их параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великанов М.А. Гидрология суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 526 с.
2. Иванов А.Н., Неговская Т.А. Гидрология и регулирование стока. – М.: Колос, 1979. – 384 с.
3. Казахстан в цифрах. Статистический сборник / Под ред. Ю.К. Шокаманова. – Алматы, 2003. – 397 с.
4. Соколовский Д.Л. Речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 490 с.
5. Статистический ежегодник Казахстана. – Алматы: Агенство РК по статистике, 2001. – 572 с.

6. Статистика отраслей. Практикум / Под ред. Н.В. Агабекова и др. – Минск: Мисанта, 2006. – 416 с.
7. Теория статистики. Учебник / Под ред. Г.Л. Громыко. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 474 с.
8. Экономическая статистика. Учебник / Под ред. Ю.Н. Иванова. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 480 с.

КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

**СОЦИАЛ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕ
ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ**

Геогр. ғылымд. докторы	М.Х. Сарсенбаев
Техн. ғылымд. канд	М.Г. Баженов
	С.Р. Жанпейісова

Пирсонның 3-типті үлестірім қисығын әр жанға шаққандағы халықтың ақша табысының үлестірімін сипаттау ұсынылады. Бұл тұрғындардың мәселелік тобында халықтың табыс деңгейін болжауға мүмкіндік береді.

УДК 556. 114

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАНАЛА
ЕРТИС – КАРАГАНДА****Сообщение 1. Минерализация, ионный состав, растворенные газы,
значение рН.**

Доктор геогр. наук С.М. Романова

Приведен анализ литературных данных и материалы собственных исследований по изучению режима минерализации, ионного состава, растворенных газов и значений рН воды канала им. К. Сатпаева в многолетнем цикле.

В данном сообщении обсуждается режим ионного состава и минерализации воды канала Ертыс – Караганда, режим остальных компонентов химического состава будет опубликован в последующих изданиях.

Исследование гидрохимического режима канала Ертыс – Караганда (КЕК) начато сотрудниками КазНУ им. аль-Фараби с летнего периода 1978 г. В это время ежедекадный отбор проб воды осуществлялся у насосной станции (НС) № 4, которая расположена в 117 км от головного водозабора из р. Ертыс. В 1979 г. пробы отбирались зимой, в последующие годы (до 1993 г.) – посезонно. Летом 1978 г. вода канала имеет стабильный химический состав. Общая минерализация воды колеблется в пределах 212...233 мг/дм³, характерных для вод малой и средней минерализации. Преобладающим среди анионов является HCO_3^- (1,50...1,67 ммоль/л экв.), причем это преобладание ярко выражено, а из катионов – Ca^{2+} (1,30...1,40 ммоль/л экв.). Вода по классификации О.А. Алекина относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, второго типа.

Характерной особенностью воды канала, как и самой Ертысской воды в верховье [1, 6], является очень малая концентрация Cl^- -ионов (рисунок). Она колеблется в пределах 0,29...0,48 ммоль/л экв., что составляет в ионном составе 5...8 % экв. Почти 52 % всего солевого состава воды здесь приходится на сумму гидрокарбонатов кальция и магния, около 10 % на сульфат магния.

В зимний период (декабрь) 1979 г. отбор проб воды КЕК был проведен на разных глубинах (0,5; 4,0; 7,0 м). Выявлено, что для воды КЕК вертикальная стратификация минерализации и ионного состава не характерна. За

счет ледообразования и питания грунтовыми водами величина общей минерализации возрастает по сравнению с летним периодом до 310...325 мг/дм³, ионы CO₃²⁻ – отсутствуют. Преобладающими остаются HCO₃⁻ ионы в анионном составе и Na⁺ – в катионном, символ воды по Алекину C_{II}^{Na}.

В последующие годы наблюдений за гидрохимическим режимом не было выявлено существенных изменений в ионном составе воды (рисунок). Вода КЕК продолжала отличаться стабильностью ионного и минерального состава. Пределы колебания общей минерализации воды составляют 134...295 мг/дм³, причем ее максимумы приходятся в большинстве случаев на зимний и осенний периоды. Символ воды по Алекину остается постоянным C_{II}^{Ca}.

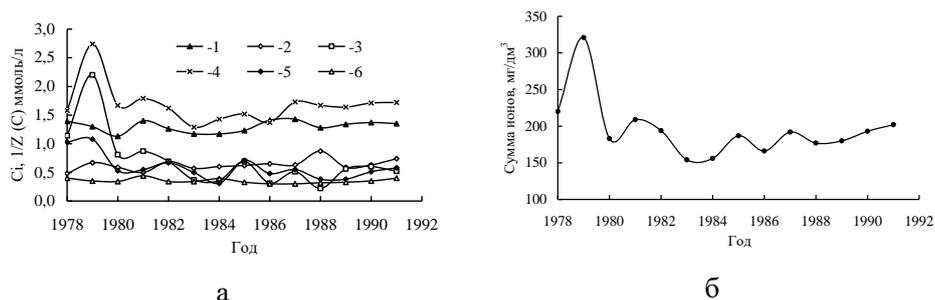


Рис. Среднегодовые концентрации главных ионов (а) и минерализации воды (б) канала Ертис – Караганда (НС № 4). 1 – Ca²⁺, 2 – Mg, 3 – Na+K, 4 – HCO₃, 5 – SO₄, 6 – Cl.

В многолетнем периоде (1979...1993 гг.) прослеживаются трехлетние циклы попеременного уменьшения и увеличения разности минимальных и максимальных значений минерализации, обусловленные гидрохимическими особенностями водотока. Следует отметить, что минимальные значения этой разности (15...21 мг/дм³) приходятся на один из сезонов (лето 1978 г., зима 1979 г.), а большие и максимальные – на среднегодовые значения (28...83 мг/дм³). Сопоставляя данные [1, 2] и автора за 1978...1987 гг. по содержанию главных ионов и минерализации в воде КЕК (НС №4), выявлено их соответствие.

В 1989 и 1990 гг. исследован химический состав воды КЕК по течению (от водозабора из р. Ертис, НС № 1 до НС № 5). Оказалось, что по длине канала на этом участке отмечается увеличение минерализации воды в разные сезоны года в среднем на 74 мг/дм³ (от 156 до 230 мг/дм³), а по сравнению с р. Ертис – на 61 мг/дм³ в основном за счет сульфатов щелочных и щелочно-земельных металлов. Аналогичное явление отмечал

Н.А. Амиргалиев в 1969...1987 гг., когда увеличение минерализации воды на этом участке происходило в среднем на 12...54 мг/дм³ [2]. Повышение минерализации в весенний период связано с поступлением в канал паводковых вод водосборного бассейна. Уменьшение минерализации воды в летнее время обусловлено большей его проточностью (водообменом). Известно, что для незагрязненных рек, чем больше расход воды, тем меньше минерализация воды. При изменении концентрации главных ионов на этом участке индекс воды не меняется. В летний период 1989 г. в воде КЕК обнаружена вертикальная стратификация минерализации. Так, в системе «поверхностный слой – придонный слой – иловый раствор» минерализация изменяется, соответственно, 164...209...300 мг/дм³. Это свидетельствует о накоплении минеральных солей в донных отложениях канала.

Поскольку изучение химического состава льда водоемов и водотоков, процессов ледообразования в формировании их режимов, прогнозирования является актуальным, нами в зимний период 1989 г. по участку трассы канала (от НС № 2 до НС № 4) были отобраны 4 пробы льда (с поверхности) и подледной воды (таблица 1). Минерализация льда изменяется незначительно, от 79 до 89 мг/дм³. Это свидетельствует о том, что в условиях рассматриваемого водотока минерализация подледной воды (164...195 мг/дм³) не является определяющим фактором формирования минерализации льда, т.к. в лед переходит постоянное количество и состав солей из подледной воды [8].

Обычно содержание минеральных веществ, переходящих при ледообразовании из воды (Σ_{II}^B) в лед (Σ_{II}^L) можно определить, рассчитав значение отношения $\Sigma_{II}^L / \Sigma_{II}^B$. Оно снижается от 52 до 46 % по мере возрастания минерализации подледной воды. Такое явление отмечено для водоемов Северного и Центрального Казахстана в 1960 г. [2, 4] и 1970...1974 гг. [2]. Так, автор [2] доказал, что за период 1970...1974 гг. в ледовую фазу канала мигрируют не только минеральные соли (20,8 %), органический углерод (36 %), но и биогенные вещества минеральной и органической природы (50...75 % от исходного содержания в воде). Полученные нами данные подтвердили утверждение цитируемых авторов о том, что ледообразование влияет на химический состав, а значит и качество водных объектов аридных зон. Качественного изменения в ионном составе воды в процессе ледообразования не происходит. Доминирующими как в воде, так и льду остаются Ca^{2+} и HCO_3^- -ионы.

Таблица 1

Химический состав льда и подледной воды канала Ертис-Караганда (зима 1989 г.)

Показатель, мг/дм ³	Место отбора проб							
	НС №2		НС №3		НС №4		НС №5	
	вода	лед	вода	лед	вода	лед	вода	лед
pH	7,30	7,15	7,48	7,15	7,30	7,00	7,30	7,00
Ca ²⁺	21,6	14,2	26,4	14,0	28,8	15,0	26,4	15,4
Mg ²⁺	8,5	2,9	9,5	3,3	9,7	1,2	9,2	1,9
Na ⁺ +K ⁺	10,5	5,0	13,5	5,8	8,0	3,7	7,8	3,8
HCO ₃ ⁻	97,6	48,8	109,8	52,5	103,7	48,8	103,7	45,7
SO ₄ ²⁻	14,8	8,2	22,2	4,9	19,7	5,8	18,9	5,2
Cl ⁻	10,3	6,4	13,5	8,5	11,0	5,0	10,6	5,0
Сумма ионов	164	85	195	89	177	79	177	79
$\Sigma_{II}^I / \Sigma_{II}^B \cdot 100 \%$	51,8		45,6		46,9		46,9	

Таблица 2

Предельные и среднегодовые значения температуры, pH и содержания O₂ и CO₂ в воде канала Ертис – Караганда в многолетнем цикле

Период	Т °С	pH	O ₂	CO ₂
			мг/дм ³	
1969...1978 [2]	0,2...22,0	7,50...8,55	8,8...15,6	0...3,0
			11,9	0,9
1978 лето	17,5...22,5	8,20	8,6...10,0	0,28...4,56
			9,1	2,30
1979 зима	0,1...1,0	7,25	8,0...12,8	4,48...8,22
			10,4	6,36
1980	0,2...24,0	7,25...8,00	7,7...13,6	0,53...11,5
			10,1	5,30
1981	0,2...22,5	7,30...7,70	7,9...14,7	1,02...3,26
			10,7	2,11
1982	0,0...24,0	7,30...7,70	8,0...12,0	0,97...3,90
			9,70	2,23
1983	1,0...22,0	7,25...7,70	7,7...11,9	1,84...2,80
			10,5	2,40
1984	0,1...22,5	7,20...7,68	7,4...8,6	2,60...4,60
			8,1	3,30
1985	0,2...20,0	7,10...7,45	7,9...11,3	0,0...4,58
			9,7	2,79
1986	0,5...23,0	7,20...7,90	7,6...21,3	1,46...2,90
			14,2	2,33
1987	0,1...23,0	7,20...7,73	7,3...10,9	3,88...4,10
			9,4	4,01

Период	Т °С	рН	O ₂	CO ₂
			мг/дм ³	
1988 зима	0,8	7,30...7,48	17,5...20,0 18,2	4,80...6,20 5,12
1989	0,4...25,8	7,20...8,20	10,5...20,5 10,9	0,0...9,50 3,93
1990	0,4...25,1	7,40...8,30	7,4...19,2 11,3	0,3...4,22 2,48
1991	0,4...22,4	7,50...8,20	7,8...18,3 12,2	0,0...2,51 1,63
1992 зима	0,4	7,60	12,9	2,93
1993	1,9...24,1	7,60...8,00	8,0...10,5 9,3	1,48...1,78 1,63

Кислород и диоксид углерода являются важнейшими составляющими газов любого водоема или водотока, необходимыми для их экологической оценки. Растворенный в воде кислород также участвует в окислительно-восстановительных и биохимических процессах водоема. На содержание O₂ в воде оказывают влияние многие взаимосвязанные факторы: фотосинтез, потребление на различные окислительные процессы и дыхание организмов, температура воды, атмосферное давление, минерализация воды, интенсивность перемешивания водных масс и др. Содержание, режим и динамика CO₂ влияет на смещение карбонатно-кальциевого равновесия, которое в конечном итоге позволяет исследовать накипеобразующие свойства воды. Величина рН и температура воды оказывают существенное влияние на все вышеперечисленные процессы.

За период исследования 1978...1993 гг. вода КЕК больше всего (до 22,5...25,8 °С) прогревалась в июле-августе, к октябрю температура снижалась до 3,0...7,0 °С. Эти данные в целом совпадают со сведениями [2], относящимися к периоду 1978...1986 гг.

Рассматривая режим и динамику растворенных в воде газов в многолетнем цикле, видим, что содержание O₂ и CO₂ не выходит за пределы, соответственно, 7,30...21,3 и 0...11,5 мг/дм³ (таблица 2). Причем, максимальные их концентрации приходятся на холодное время года с низкими значениями температур (таблицы 3, 4). С повышением температуры воды содержание газов снижается, соответственно, до 12,0...4,8 весной, 8,6...0,28 летом и 7,3...0,28 мг/дм³ осенью.

Сопоставляя среднееголетнее содержание газов в воде КЕК за 1969...1978 гг. (11,9 мг/дм³ O₂, 0,9 мг/дм³ CO₂), 1978...1986 гг. (11,3 мг/дм³ O₂, 3,23 мг/дм³ CO₂), 1987...1993 гг. (12,0 мг/дм³ O₂,

3,10 мг/дм³ CO₂) видно, что содержание O₂ практически не изменилось, а концентрация CO₂ возросла более, чем в 3 раза.

Согласно общим требованиям к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях, содержание кислорода в зимний (подледный) и летний периоды должно быть не ниже, соответственно, 4,0 и 6,0 мг/дм³. Содержание O₂ в воде канала удовлетворительное.

Таблица 3

Предельные и среднесезонные значения температуры воды КЕК по сезонам года, °С

Год	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
1978...1986 (НС № 4, автор)	0,1...0,5 0,4	1,0...11,0 4,1	17,5...24,0 21,3	0,2...7,0 2,9
1986...1993 (НС № 4, автор)	0,1...1,9 0,6	0,3...9,0 5,2	15,0...25,8 21,9	6,8...12,0 8,6
1978...1986 (НС № 7) [2]	0,6...0,7 0,7	1,9...12,0 6,4	18,0...20,2 19,0	1,0...14,5 7,1
1969...1978 (НС № 7) [1]	февраль – март 0,2...0,5 0,3	май – июнь 13,0...22,0 17,6	август – сентябрь 5,4...20,3 14,8	

Таблица 4

Температурный режим воды канала Ертис-Караганда в многолетнем цикле

Год	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
1978	-	-	17,5...22,5	-
1979	0,1...1,0	-	-	-
1980	0,2	2,0	24,0	1,0
1981	0,2	1,0	22,5	0,2
1982	0,2	6,0	18,0...24,0	1,0
1983	1,0	11,0	19,7...22,0	3,0
1984	0,1	6,5	20,0...22,5	5,0
1985	0,2	0,2	20,0	-
1986	0,5	2,0	23,0	7,0
1987	0,1	0,3	23,0	-
1989	0,4...0,8	0,4...5,0	15,0...25,8	7,5...12,0
1990	0,4	7,5...9,0	20,0...25,1	6,8...11,3
1991	0,4	5,4-8,6	18,8-22,4	7,2
1992	0,4	-	-	-
1993	1,9	8,8	24,1	-

Примечание: прочерк означает, что температура не измерялась.

Поскольку значения рН воды КЕК (7,10...8,30) не выходят за пределы 6,5...8,5 [3, 5], это является благоприятным фактором при использовании воды для рыбохозяйственных целей [7]. Таким образом, за многолетний период вода канала Ертис-Караганда отличается стабильностью ионного и минерального состава. Пределы колебаний общей минерализации воды составляют 130...267 мг/дм³. Индекс воды по Алекину постоянно C_{II}^{Ca} .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А. Гидрохимия канала Иртыш-Караганда. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 199 с.
2. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). – Алматы: НИЦ «Бастау», 1998. – 191 с.
3. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
4. Вотинцев К.К., Григорьева Э.Н. К характеристике химического состава льда и подледной воды озер Северного Казахстана // ДАН СССР. – 1973. – Т. 211, № 6. – С. 1405-1407.
5. Общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях. – М.: Главрыбвод, 1971. – 20 с.
6. Пильгук В.Я. Физико-химия воды р. Иртыш в условиях создания водохранилищ: автореферат ... канд. хим. наук. – Алма-Ата: КазГУ. – 1975. – 30 с.
7. Таранина Г.В., Беремжанов Б.А., Корж В.А. Изменение солевого состава воды водохранилища-охладителя Экибастузской ГРЭС-1 в многолетнем цикле // Физико-химические основы переработки минерального сырья Казахстана. – Алма-Ата, 1986. – С. 51-58.
8. Турсунов А.А. От Арала до Лобнора (Гидроэкология бессточных бассейнов Центральной Азии). – Алматы: ТОО Верена, 2002. – 384 с.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы

ЕРТІС-ҚАРАҒАНДЫ КАНАЛЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНЕҢ СИПАТТАМА

1-ші хабарлама. Минералдау, иондық құрамы, еріген газдар, рН- мәні

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова

К. Сәтпаев атындағы канал суының көп жылдық цикліндегі минералдау режимі, еріген газдардың иондық құрамы және рН

мәндерінің әдебиеттердегі мәліметтер мен өзіндік зерттеу материалдарына талдау келтірілген.

УДК 504.4. 054(282.256.164.6)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. ЕСИЛЬКанд. геол.-мин. наук Е.Ж. Муртазин*
А.У. Ортбаева**

В статье приводится сравнительный анализ комплексной оценки качества воды р. Есиль. Полученные результаты подтверждают ухудшение качества воды в реке за последнее время.

Река Есиль берет начало в Карагандинской области из родников в горах Нияз, расположенных на северной окраине Казахского мелкосопочника. До 62-го километра она протекает по Карагандинской области, далее пересекает Акмолинскую и Северо-Казахстанскую области. Рельеф в основном равнинный. Климат резко континентальный, засушливый. Основными притоками р. Есиль являются Колутон, Жабай, Терсаккан, Акканбурлук, Иманбурлук, Каракол, Жаманкайрақты. В бассейне много озер, водохранилищ, прудов. Наиболее крупные водохранилища – Вячеславское, Сергеевское и Петропавловское [3]. Основные водозаборы производятся Ишимским, Пресновским, Соколовским и Булаевским групповыми водопроводами. Река играет важную роль в удовлетворении потребности в воде населения, промышленности, энергетики и сельского хозяйства.

Целью данной работы является проведение сравнительной оценки качества воды р. Есиль за период 2001...2005 гг. Для этого использован метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям и методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям [1, 2].

Для достоверного определения степени загрязненности воды использовались дифференцированный и комплексный способы оценки качества воды, основными критериями которых по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного водопользования. Уровень загрязнения поверхностных вод оценивается по величине удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод. Комплексный показатель рассчитывался для следующих ингредиент-

тов: растворенный в воде кислород, БПК₅, фенолы, нефтепродукты, нитрит ионы, нитрат ионы, аммоний ион, железо общее, медь, цинк, хлориды, сульфаты, магний, фториды и хром общий.

Значение коэффициента комплексности загрязненности воды р. Есиль в створе г. Астана (8 км ниже города) составило: 2001 г. – 41 %; 2002 г. – 36 %; 2003 г. – 33 %; 2004 г. – 32 %; 2005 г. – 33 %. В 2001 г. вода реки в данном створе по комплексности загрязненности относится к III категории, с загрязненностью по комплексу ингредиентов и показателей качества воды. В течение всего остального анализируемого периода (2002...2005 гг.) вода обладает загрязненностью по нескольким ингредиентам (II категория). Основными загрязняющими веществами являются сульфаты, магний, железо общее, нитриты, нефтепродукты, фенолы, медь, цинк и фториды. Анализ загрязненности воды с помощью коэффициента комплексности ($K < 10$ %) показывает, что для оценки качества речной воды в этом створе необходимо использовать комплексный метод, учитывающий одновременно всю совокупность загрязняющих воду веществ.

Для створа г. Петропавловск, (5,8 км ниже ТЭЦ-2), коэффициент комплексности загрязненности воды характеризуется следующими значениями: 2001 г. – 10 %; 2002 г. – 7,7 %; 2003 г. – 10 %; 2004 г. – 9,5 %; 2005 г. – 21,5 %. Основное загрязнение происходит за счет железа общего и сульфатов и в период с 2001 по 2004 гг. вода реки по комплексности загрязненности относится к I категории, с загрязненностью по единичным ингредиентам и показателям качества воды. В 2005 г. наблюдается увеличение коэффициента комплексности (II категория по комплексности загрязненности), что свидетельствует о появлении новых загрязняющих веществ в воде (нефтепродукты, цинк и медь).

Результаты анализа показывают, что в створе г. Астана содержание сульфатов, железа общего, фенолов и нефтепродуктов за весь анализируемый период (2001...2005 гг.) сохранялось на уровне характерной загрязненности (54...100 %) по признаку повторяемости. Кроме того, в 2001 г. характерная загрязненность наблюдалась по концентрации магния (81 %), меди (100 %) и фторидов (63 %); устойчивая загрязненность – по нитритам (42 %), а единичная загрязненность – по БПК₅ (9 %).

Концентрации магния и нитритов в 2002 г. переходят на неустойчивую загрязненность (27...18 %), и в этом же году зафиксировано содержание цинка с устойчивой загрязненностью (36 %).

В 2003 г. содержание магния (25 %), БПК₅ (22 %), фторидов (17 %) и нитритов (8 %) по признаку повторяемости характеризуются как неустойчивая и единичная загрязненности. В 2004 г. повторяемость концентраций магния и меди уменьшается до 9 % и 27 % соответственно, и характеризуется как неустойчивая загрязненность. В 2005 г. частота обнаружения меди снова увеличивается до характерной загрязненности (67 %), а фториды увеличиваются до устойчивой загрязненности (42 %), кроме этого зафиксирован цинк с неустойчивой загрязненностью (17 %) (табл. 1).

Таблица 1

Классификация воды р. Есиль по признаку повторяемости случаев загрязненности за 2005 г.

Ингредиент	Повторяемость, %	Характеристика загрязненности воды по признаку повторяемости
створ г. Астана		
сульфаты	92	характерная
железо общее	92	характерная
нефтепродукты	92	характерная
фенолы	67	характерная
медь	67	характерная
цинк	17	неустойчивая
фториды	42	устойчивая
створ г. Петропавловск		
сульфаты	25	неустойчивая
железо общее	100	характерная
нефтепродукты	67	характерная
медь	40	устойчивая
цинк	90	характерная

В створе г. Петропавловск загрязненность воды по признаку повторяемости для железа общего характеризуются как устойчивая (50 %) в 2001 г. и характерная (83...100%) в 2002...2005 гг. Частота обнаружения сульфатов меняется от неустойчивой загрязненности до характерной: 2001 г. – 45 %, 2002 г. – 25 %, 2003 г. – 100 %, 2004 г. – 27 %, 2005 г. – 25 %. Нитриты с повторяемостью 8 % (единичная загрязненность воды) наблюдаются в 2001 г., а также концентрация магния появляются с 8...16 % повторяемости (единичная и неустойчивая загрязненности) в 2003 и 2004 гг. В 2005 г. наряду с железом общим и сульфатами, наблюдаются медь (40 %), нефтепродукты (67 %) и цинк (90 %) с устойчивой и характерной загрязненностью (табл. 1).

Уровень загрязненности р. Есиль классифицируется как низкий и средний, а кратность превышения ПДК колеблется в пределах от 1 до 4,7 ПДК. Например, в створе г. Астана за период 2001...2003 гг. уровень загрязненности воды по сульфатам классифицируется как средний (2,1...2,3 ПДК). За 2004...2005 г. отмечено уменьшение сульфатов с переходом к низкому уровню загрязненности (1,5...1,6 ПДК). Уровень загрязненности по железу общему за весь анализируемый период относится к среднему (2,1...4,0 ПДК), кроме 2002 года, где наблюдается низкий уровень загрязненности (1,8 ПДК).

По фенолам загрязнение в 2001...2003 гг. находилось на среднем уровне (2,4...2,5 ПДК), тогда как за 2004 и 2005 гг. оно уменьшилось до низкого уровня (1,3...1,5 ПДК). Нефтепродукты находятся в 2001...2003 гг. на уровне средней загрязненности (2,1...2,3 ПДК). За остальной период уровень загрязненности классифицируется как низкий (1,5...1,7 ПДК). Содержание нитритов в 2001 г. находится на среднем уровне с 3,2 ПДК, но в 2002...2004 годах понижается до низкого уровня загрязненности (1,2...1,9 ПДК). Загрязненность по цинку в 2002 г. находилась на низком уровне (1,2 ПДК), а в 2005 году – на среднем (2 ПДК). Загрязненность по фторидам за весь анализируемый период находилась на низком уровне (1,2...1,6 ПДК). Таким образом, максимальное загрязнение в створе г. Астана приходится на железо общее, сульфаты, фенолы и нефтепродукты.

В створе г. Петропавловск уровень загрязненности воды сульфатами за весь анализируемый период классифицируется как низкий (1,2...1,7 ПДК). Для железа общего в 2001...2003 годах также характерен низкий уровень загрязненности (1,08...1,9 ПДК), тогда как в 2004...2005 годах отмечается повышение уровня загрязненности до среднего (2,1...2,4 ПДК соответственно). В 2005 году в перечень загрязняющих веществ, превышающих установленную норму, добавляются нефтепродукты, медь и цинк, где нефтепродукты имеют низкий уровень загрязненности (1,9 ПДК), а остальные – средний (2,6...2,5 ПДК соответственно). В 2001, 2003, 2004 годах наблюдаются нитриты и магний с низким уровнем загрязненности (1,01...1,1 ПДК).

Для комплексной оценки качества воды р. Есиль были использованы УКИЗВ (табл. 2), а для створа г. Петропавловск за 2001...2004 гг. была проведена дифференцированная оценка, так как в анализируемый период наблюдалась незначительная комплексность загрязненности воды. По результатам УКИЗВ сток р. Есиль в створе г. Астана за период 2001...2005 гг. и в створе г. Петропавловск в 2005 г. оценивается как загрязненный, с третьим классом качества воды.

Классификация качества воды р. Есиль по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды

Год	Состояние воды	Удельный индекс загрязненности воды	Класс качества воды
створ г. Астана			
2001	загрязненная	3,9	3
2002	загрязненная	3,6	3
2003	загрязненная	3,9	3
2004	загрязненная	2,7	3
2005	загрязненная	2,9	3
створ г. Петропавловск			
2005	загрязненная	2,3	3

Исходя из этого, необходимо отметить, что для створа г. Астаны характерна хроническая загрязненность по нескольким ингредиентам и их комплексу, а для створа г. Петропавловск – высокие концентрации за короткий промежуток времени. Для обоих створов приоритетными загрязняющими веществами являются железо общее, сульфаты, нефтепродукты, медь и цинк.

Сравнительный анализ комплексной оценки качества воды

Результаты оценки качества воды р. Есиль по методическим рекомендациям по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям [2], которые в настоящее время действуют в государственной системе мониторинга окружающей среды, показывают, что обязательное включение в расчет БПК₅ и растворенного кислорода, а также ограниченный 6 ингредиентами перечень занижают уровень загрязненности. Например, в период с 2001 по 2005 гг. в створе г. Астана зафиксированы превышения сульфатов, магния, железа общего, нитритов, фенолов, нефтепродуктов, меди, цинка, фторидов, но по результатам анализа по второй методике многие из этих загрязняющих веществ в расчет не включены (табл. 3).

По второй методике створ г. Петропавловск по качеству воды характеризуется как чистая вода, с ИЗВ от 0,68 до 0,93 в 2001...2004 гг., тогда как по первому методу проведена дифференцированная оценка и превышение нормы по сульфатам и железу общему составляет 1,01...2,1 ПДК. В 2005 году ИЗВ составлял 2,3 по первому методу и 1,3 по второму. По результатам анализа по первому методу кроме железа общего, нефтепродуктов и цинка от 66 до 100 % повторяемости, в анализируемом году отмечены сульфаты и медь с 25 и 40 % повторяемости соответственно.

Таблица 3

Состояние качества воды р. Есиль по гидрохимическим показателям в 2001...2005 годах

Год	Створ					
	г. Астана – 8 км ниже города, п. Коктал			г. Петропавловск – 5,8 км ниже города		
	ИЗВ	Ингредиент	Характеристика качества воды	ИЗВ	Ингредиент	Характеристика качества воды
2001	1,20	Сульфаты, нитриты, нефтепродукты	3 класс качества, умеренно-загрязненная	0,68	Сульфаты, железо общее	2 класс качества, чистая
2002	0,94	Сульфаты, нефтепродукты	2 класс качества, чистая	0,72	Железо общее, сульфаты	2 класс качества, чистая
2003	1,04	Сульфаты, нефтепродукты	3 класс качества, умеренно-загрязненная	0,92	Железо общее, сульфаты	2 класс качества, чистая
2004	0,93	Сульфаты, нефтепродукты	2 класс качества, чистая	0,93	Железо общее, сульфаты	2 класс качества, чистая
2005	0,82	Сульфаты, нефтепродукты	2 класс качества, чистая	1,30	Железо общее, цинк, нефтепродукты	3 класс качества, умеренно-загрязненная

Мақалада Есіл өзенінің су сапасын кешенді бағалауға салыстырмалы талдау жасалады. Нәтижесінде соңғы жылдары су сапасының нашарлауы байқалған.

УДК 551.501:629.195.1

**ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ
НАПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ
НЕФТЯНОГО ПОПУТНОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ**

Доктор техн. наук А.Х. Ахмеджанов
 А.Н. Искаков
 Т.К. Караданов

Разработана методика использования данных космического зондирования для оценки распространения загрязняющих веществ в атмосфере от факельных установок по сжиганию нефтяного попутного газа.

Проблема независимого количественного контроля природной эмиссии промышленных выбросов парниковых газов в атмосферу является актуальной задачей. Разрабатываемые средства спутникового мониторинга парниковых газов являются перспективными для их включения в общую систему национального и международного контроля эмиссии парниковых газов в атмосферу. Спутниковые сенсоры нового поколения имеют большие потенциальные возможности для решения этой задачи, т.к. космические изображения сенсора типа MODIS доступны для широкого пользования. Этот сенсор имеет приемлемое для такого рода задач пространственное разрешение. Размер пикселя 1×1 км при наблюдении в надир с соответственным увеличением при увеличении угла сканирования. Проведенный анализ тепловых космических изображений показал, что наблюдаемые максимумы интенсивности теплового излучения чувствительны к изменениям температуры атмосферы по высоте. Наблюдаемые из космоса максимумы интенсивности теплового излучения распределяются следующим образом: в 20 канале – для земной поверхности, в 22 и 23 каналах – основной максимум на земной поверхности и слабые локальные максимумы на высотах 1...4 км, в 25 канале – максимумы наблюдаются на высотах 1...7 км без максимума на земной поверхности. Эти особенности означают, что в 20 канале можно фиксировать работающие факельные установки непосредственно на земной поверхности. В 22 и 23 каналах сенсор принимает излучение с нижних слоев атмосферы, а в 25 канале поступает излучение с нижней тропосферы.

Одним из основных источников загрязнения атмосферы на разрабатываемых нефтяных месторождениях Западного Казахстана являются факельные установки для сжигания нефтяного попутного газа. Вокруг факелов формируются обширные шлейфы аэрозольного загрязнения. Их негативное воздействие усиливается мелкодисперсными продуктами неполного сгорания. Они наблюдаются из космоса дистанционным зондированием в тепловом режиме, что позволяет вести за ними космический мониторинг. Поэтому одной из важных задач является космический мониторинг работающих факельных установок по сжиганию попутного нефтяного газа на месторождениях нефти [1, 2].

Для вычисления распространения загрязняющих веществ в атмосфере необходимо знание направления и скорости ветра, а также значение коэффициента турбулентного перемешивания. Положим горизонтальный турбулентный обмен пропорциональным скорости ветра, ось x совпадает со средним направлением ветра, а ось y поперечно расположена вектору скорости ветра. Тогда концентрация примеси от точечного источника может быть определена по гауссовому распределению или численному решению уравнения турбулентного переноса примеси в атмосфере.

В формуле расчета распространения примеси модуль скорости ветра и коэффициент турбулентного перемешивания заменен коэффициентом пропорциональности между ними согласно следующему выражению:

$$q(x, y) = \frac{M}{2\sqrt{\pi k_0 x}} e^{-\frac{y^2}{4k_0 x}}, \quad (1)$$

где $q(x, y)$ – концентрации примеси от точечного и линейного источника соответственно; k_0 – коэффициент пропорциональности между скоростью ветра и горизонтальным турбулентным обменом; ось x совпадает со средним направлением ветра; ось y поперечно расположена вектору скорости ветра; M – мощность источника.

Для определения коэффициента пропорциональности между скоростью ветра и горизонтальным турбулентным обменом рассмотрим распределение температуры вокруг источника.

Для решения вопроса распространения загрязняющих веществ в атмосфере от работающих факельных установок требуется определить направление и скорость ветра, коэффициент турбулентного обмена. Эти параметры можно получить из данных космического зондирования. Для решения этих задач можно использовать цифровую спутниковую информацию, поступающую

щую с искусственного спутника Земли (ИСЗ) TERRA/MODIS. Космический снимок для 21 теплового канала (длина волны 3,929...3,989 мкм) представляется в виде численной матрицы, состоящей из значений интенсивности фиксируемых излучений ($\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{мкм}$ ср). Температурное поле земной поверхности определяется по формуле Планка с использованием цифровой спутниковой информации. В полученном температурном поле выделяются локальные максимумы. Температурные максимумы, попадающие на территории месторождений, можно считать работающими факельными установками.

Основные упрощающие предположения:

- рассматриваются космические тепловые снимки в случаях безоблачной атмосферы;
- выбираются каналы диапазона волн, попадающие в «окна прозрачности».

Изучение спектров тепловых потоков длинноволновой радиации с земной поверхности в ночное время показало, что с достаточной степенью точности земную поверхность можно считать черным телом.

Предположим, что подстилающая поверхность излучает как черное тело при температуре $T(p_0)$, где p_0 – значение давления на уровне земной поверхности.

Интенсивность I_λ излучения, уходящего с верхней границы атмосферы и регистрируемого аппаратурой спутника, может быть определена из следующего интегрального уравнения

$$I_\lambda = B_\lambda(T_0)e^{-\frac{\alpha_\lambda m}{\cos \vartheta}} + \frac{\alpha_\lambda}{\cos \vartheta} \int_0^m B_\lambda(T(u))e^{-\frac{\alpha_\lambda(m-u)}{\cos \vartheta}} du, \quad (2)$$

где $B_\lambda(T_0)$ – функция Планка при температуре T_0 , $m = \int_0^z \rho_n dz$, где ρ_n – плотность вещества, поглощающего тепловое излучение, ϑ – угол зондирования, α_λ – коэффициент поглощения.

В инфракрасном диапазоне длин волн имеются участки спектра 3,4...4,2 и 8,0...12,0 мкм, которые называются «окнами прозрачности». В них уходящая тепловая радиация близка к собственному тепловому излучению земной поверхности.

Влияние водяного пара, углекислого газа и озона для этих длин волн минимально, поэтому поглощением уходящего теплового излучения на указанных каналах можно пренебречь. Диапазон длин волн 21 канала

входит в указанное первое окно прозрачности. В этом диапазоне коэффициент поглощения имеет близкое к нулю значение, поэтому уравнение (2) можно переписать в виде

$$I_{\lambda} = B_{\lambda}(T_0). \quad (3)$$

Таким образом, интенсивность теплового излучения, измеряемого на спутнике, выражается через формулу Планка

$$I_{\lambda,i,j} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k T_{i,j}}} - 1}, \quad (4)$$

где i, j – индексы пикселей в матрице радианс, h – постоянная Планка, c – скорость света, k – постоянная Больцмана, T – температура земной поверхности.

Из выражения (4) значение температуры земной поверхности можно определить:

$$T_{i,j} = \frac{hc}{\lambda k} \frac{1}{\ln\left(1 + \frac{2\pi hc}{\lambda^5 I_{\lambda,i,j}}\right)}, \quad (5)$$

По этим значениям можно построить температурное поле, где локальным максимумам будут соответствовать тепловые источники, выделенные пороговой температурой. На основе распределения температуры, для рассматриваемой территории, по космическим данным и на базе уравнения стационарного переноса излучения без учета притока тепла в двумерном случае с учетом предположения, что одна из координатных осей направлена вдоль направления переноса, коэффициент пропорциональности k_0 может быть определен по соотношению:

$$k_0 = \Delta T / \frac{\partial T}{\partial x}, \quad (6)$$

где $\Delta T = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$ – лапласиан, $\frac{\partial T}{\partial x}$ – градиент температуры.

Рассматриваемая методика представляет собой модель начального уровня, которая должна быть в дальнейшем усовершенствована. Технологическая схема тематической обработки теплового изображения MODIS и распределение относительной концентрации продуктов сгорания попутного нефтяного газа представлены на рисунке 1. Расчет проводился с точностью до 1 %, принимая значение мощности источника за 100 %.

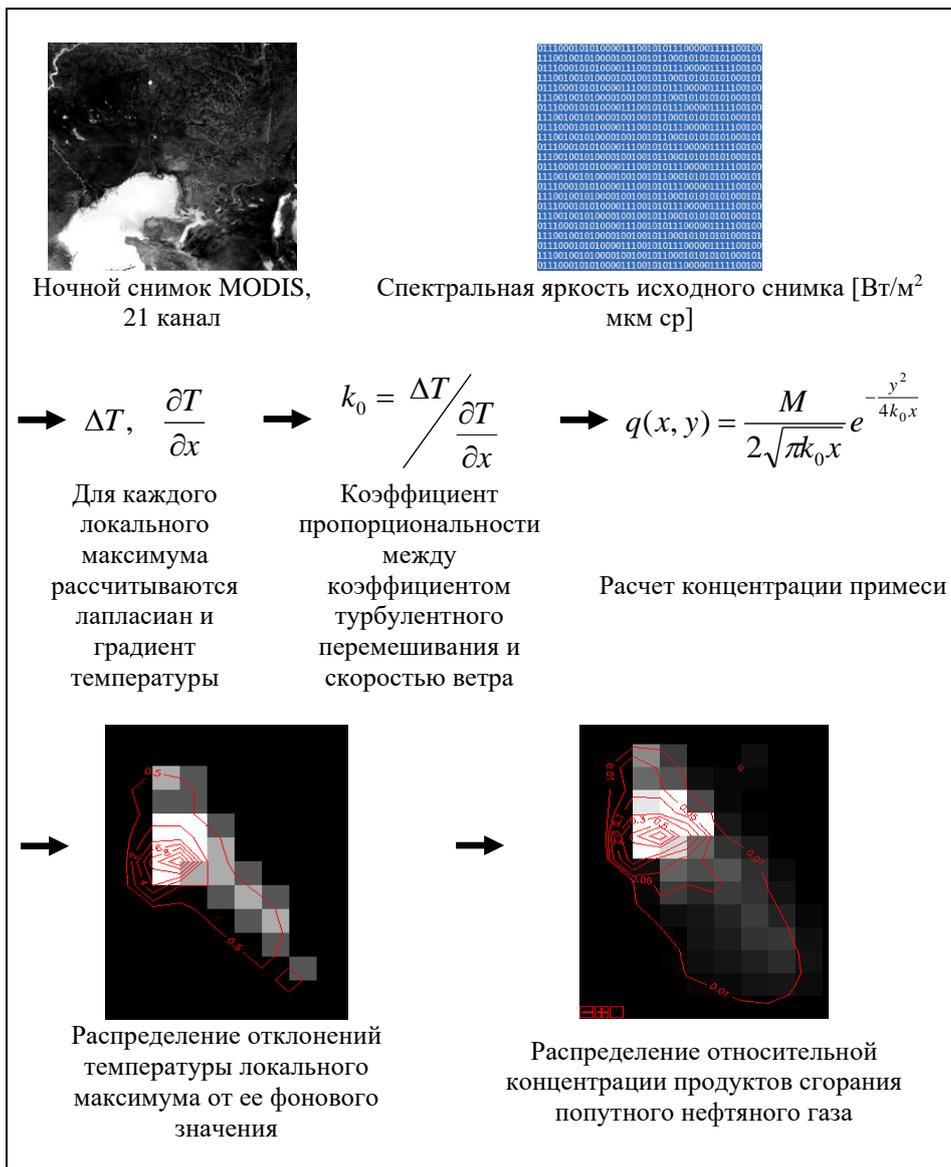


Рисунок. Технологическая схема тематической обработки теплового изображения MODIS.

Из распределения расчетных отклонений температуры можно сделать вывод о том, что горизонтальный перенос загрязняющих веществ на локальном максимуме направлен на юго-восток, а на поперечное распределение влияет турбулентное перемешивание.

Результаты данной работы показывают, что по детальному анализу данных космического зондирования земной поверхности можно рассчи-

УДК 504.5:658.5 (574.5)

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО
БАССЕЙНА ШЫМКЕНТСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА**Доктор геогр. наук Ж.Д. Достай
А.Д. Тажекова

В данной статье рассматриваются основные загрязнители атмосферного воздуха Шымкентского промышленного центра.

В статье использованы данные Южно-Казахстанского управления природопользования и охраны окружающей среды, Южно-Казахстанского центра гидрометеорологии (ЮКЦГМ), Шымкентского городского отдела статистики.

Южно-Казахстанская область – один из загрязненных регионов Казахстана. Загрязняющими факторами здесь являются выбросы промышленных объектов. Промышленные производства сосредоточены в городах Шымкент и Кентау, в селах Аксу, Славянка, Шаульдер, Састобе, а также месторождения свинца Ащисай, Миргалымсай, Байжансай. На территории области имеется свыше 7 тыс. загрязняющих объектов.

Область расположена в южной части Республики Казахстан, образована 10 марта 1932 г. Административный центр – город Шымкент. В области 11 сельских районов и 4 городских администрации, 7 городов (кроме Шымкента), 13 рабочих поселков, 932 сельских и аульных населенных пункта. Территория области поделена на 171 сельских и 13 поселковых округов. Центр области расположен в г. Шымкенте, площадь которого равна 300 км², что составляет 0,3 % общей площади области. Расстояние от Шымкента до Алматы – 775 км, до Астаны – 1458 км.

В городе на 1 января 2007 г. проживало 541,7 тыс. человек или 22 % всего населения области [2]. Плотность населения в среднем по области составляет 17 чел/км², в городе Шымкенте этот показатель на два порядка выше. В табл. 1 представлен демографический потенциал г. Шымкента.

Южно-Казахстанская область располагает значительным производственно-экономическим потенциалом. Основу его составляют огромные природные запасы и достаточные трудовые ресурсы. По запасам урана область занимает первое место, фосфоритов и железных руд – третье место в Казахстане. Всего по балансовым запасам и прогнозным ресурсам твердых полезных ископаемых богатства недр области оцениваются почти в 240 млрд. дол-

ларов США [2], в том числе по бокситам, железу, урану, свинцу, цинку и углю.

Таблица 1

Демографический потенциал г. Шымкента

	Год						
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Численность, тыс. чел	411,4	417,9	419,7	482,9	506,7	521,2	541,7
Плотность, чел/км ²	1370,5	1390,5	1397,2	1607,3	1689,0	1737,3	1805,6

Примечание: Численность и плотность населения даны на 1 января соответствующего года.

Приоритетными для освоения являются следующие месторождения:

- 1 урана в Шу-Сарысуйской и Сырдаринской впадинах (Жалпак и Мынкудык),
- 2 золота в Кумистинском рудном районе,
- 3 ванадия на Жабаглинском месторождении,
- 4 свинца, цинка, вольфрама в Огемском хребте,
- 5 углеводов в Придорожном и Орталыке.

Область является крупным производителем свинца, цемента, нефтепродуктов, серной кислоты, шифера, автотракторных шин, экскаваторов, силовых трансформаторов, выключателей, чулочно-носочных и швейных изделий, мебели. Она также производит и поставляет хлопок, кожевенное сырье, растительное масло, фрукты, овощи, макаронные, табачные изделия и пивобезалкогольную продукцию.

Область располагает двумя направлениями железных дорог общей протяженностью 445 км, автомобильными дорогами общего пользования – 5,3 тыс. км, в том числе с твердым покрытием – 5,1 тыс. км. Гражданская авиация работает на линиях протяженностью 27 тыс. км.

Областной центр расположен на оси международной магистрали Оренбург – Ташкент и Туркестано-Сибирской железной дороги. Кроме того, имеет удобные связи по автомагистралям: Ташкент – Шымкент – Тараз – Алматы и Ташкент – Шымкент – Туркестан – Самара.

Сегодня Южно-Казахстанская область – одна из самых динамично развивающихся в стране. На лучших предприятиях региона наблюдается устойчивый рост экономических показателей. Другим свидетельством успешного развития экономики стало появление новых предприятий и создание новых рабочих мест, прежде всего в сфере переработки хлопка. На

сегодняшний день промышленность области производит 33...35 % от общего промышленного производства республики.

В связи с бурным развитием промышленности и сельского хозяйства, ростом количества автотранспорта в Южно-Казахстанской области остро встал вопрос загрязнения окружающей среды. Большая часть загрязняющих окружающую среду промышленных предприятий сосредоточена на территории города Шымкента и его окрестностях, образуя Шымкентский промышленный центр. Источники загрязняющих веществ наносят существенный вред природным территориальным комплексам и вредно влияют на живые организмы.

Промышленность города представляют такие крупные предприятия, как АО «Петро Казахстан Ойл Продактс», АО ПО «Южполиметалл», АО «Шымкентцемент», ОАО «Энергоцентр-3», АО «Шымкентфосфор», АО «Шымкентшина», Гидролизный завод, ОАО «Химфарм», ОАО «Асбоцемконструкция», ОАО «Шымкентмай», ТОО «Шымкентпиво», «Южтекс» и др.

Основной промышленный загрязнитель атмосферы города – ОАО «Петро Ойл Казахстан Продактс». Отрасль промышленности – переработка сырой нефти, проектная мощность на головной комбинированной установке ЛК-6У завода 6 млн. тонн сырой нефти в год с получением основных высококачественных продуктов перегонки (бензин, дизельное топливо, керосин, сжиженные углеводородные газы, топочный мазут).

Основные источники загрязнения окружающей среды – установка ЛК-6У; эстакады налива и слива нефти и нефтепродуктов; резервуарные парки; очистные сооружения; установка висбрекинга, а также вспомогательные цеха и службы. В перспективе планируется введение в эксплуатацию установки вакуумной переработки мазута, что приведет к увеличению выбросов на 3246 т/год, а также введение в эксплуатацию комбинированной установки каталитического крекинга Г-43-107М/1, что приведет к увеличению выбросов на 865 т/год [5].

Доля этого предприятия в выбросах загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников составляет около 50 % (1998 г. – 61,7 %, 2003 г. – 53 %, 2004 г. – 45,8 %, 2006 г. – 48,56 %) [4]. В основном в атмосферу города от предприятия поступают такие загрязняющие вещества (ЗВ) как летучие органические соединения (ЛОС), сернистый ангидрит, окислы азота и др. Кроме загрязнения атмосферы предприятие наносит существенный вред окружающей среде. ОАО «Петро Ойл Казахстан Продактс» имеет

разрешение на размещение отходов производства (нефтешламов) в количестве, не превышающем 400 тонн в год. Фактически на заводе размещены и не утилизированы образованные с 1995 г. нефтешламы в объеме 4000 тонн (ЮК специализированная природоохранная прокуратура).

Так же крупным предприятием-загрязнителем является АО ПО «Южполиметалл», которое находится в юго-западной части города. Отрасль промышленности – производство свинца и его производных, производство цинка, сурика, переработка нефти, производство полиэтиленовых труб, выработка теплоэнергии (ТЭЦ-1, 2), производство электродов, барита, щебня, песка с их дальнейшей реализацией.

Основные источники загрязнения окружающей среды – плавильные печи, котлоагрегаты, шихтоподготовка, агломашины, разливные машины, сушильные барабаны, классификаторы, котельная, установка УПН. Доля АО ПО «Южполиметалл» в выбросах загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников составляет 18...27 % (1998 г. – 19,5 %, 2003 г. – 18,8 %, 2004 г. – 18,5 %, 2006 г. – 27,3 %) [4].

От предприятия в большом количестве поступают в атмосферу свинец, который относится к вредным веществам (ВВ) 1 класса, диоксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества и др. К тому же это одно из старейших предприятий города, оборудование которого давно устарело, а реконструкции его не уделяется должного внимания. Проведение реконструкции и перехода на более экологически чистую технологию до настоящего времени не выполнено. По данным ЮКЦГМ содержание ядовитых отходов свинцовых соединений в воздухе иногда превышает 30 ПДК (0,0090 мг/м³) (2002 г.). В результате нарушения технологического регламента (нестабильная подача сырья и топлива) в плавильной печи АО ПО «Южполиметалл» наблюдалось превышение свинца до 153 ПДК (1995 г.). Неудовлетворительное функционирование очистных сооружений осложняет и без того критическую ситуацию.

На долю АО «Шымкентцемент» и ОАО «Энергоцентр-3» в выбросах ЗВ в атмосферу от стационарных источников приходится около 8 % и 6 % соответственно. От АО «Шымкентцемент» в атмосферу города в большом количестве (2003 г. – 11 %, 2004 г. – 5,3 %, 2006 г. – 9,4 %) поступают взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид серы, окислы азота и др. Доля ОАО «Энергоцентр-3» также существенна и составляла в 1998 г. – 8,8 %, 2003 г. – 4,2 %, 2004 г. – 5,04 %, 2006 г. – 4,83 % [4]. От

этого предприятия в атмосферу поступают оксид углерода, сернистый ангидрит, диоксид азота и др.

АО «Шымкентфосфор» расположено в юго-восточной части Шымкентского промышленного центра. С северо-восточной стороны к нему прилегает территория производственного объединения «Шымкентшина». Основные виды производимых веществ: желтый фосфор, триполифосфат, фосфорид цинка, синтетические моющие средства. Производственная мощность различна, например, желтого фосфора производится 170 тыс. тонн в год, а триполифосфата 387 тыс. тонн и т.д. [2], иногда за счет несоблюдения технологического регламента имеют место несанкционированные выбросы.

От объединения в атмосферу каждый год поступают твердые выбросы, сернистый ангидрит, азотная и серная кислоты, фтористые соединения и другие загрязняющие вещества. Следует отметить, что в данное время предприятие проходит реабилитационный период и работает не на полную мощность.

АО ПО «Южполиметалл», АО «Шымкентцемент», АО «Петро Ойл Казахстан Продактс» загрязняют воздух конечно наиболее заметно, но не следует недооценивать вклад и других, находящихся как бы в тени гигантов химии и металлургии, например, асбоцементный комбинат. Здесь длительное время в цеху минеральной ваты не могут построить отделение по нейтрализации фенолсодержащих газов. Высокотоксичные соединения второго класса опасности, содержащие фенол и формальдегид, выбрасываются без очистки. Здесь же затянулись реконструкция аспирационных систем на башнях керамзита и установка фильтров. Не выполнены плановые работы по ремонту электрофильтров на цементном заводе, ШПО КПО, на заводах ШБИ, кожгалантерейной фабрике. Показатели запыленности и загазованности превышают ПДК даже на таких «безобидных» предприятиях, как «Шымкентмай», заводы металлоконструкций и «Электроаппарат», АЦК «Шымкентжилстрой», завод карданных валов, объединения «Восход» и «Эластик».

По данным Национального плана действий по охране окружающей среды для устойчивого развития РК (НПДООС/УС, 1997 г.) г. Шымкент являлся вторым после г. Алматы по загрязнению атмосферы передвижными источниками загрязнения.

Объемы выбросов автотранспорта значительно увеличились в последние годы. Сегодня в черте города сконцентрированы 579 автохозяйств. По данным Управления дорожной полиции ГУВД Южно-Казахстанской об-

ласти (рисунок) наблюдается стабильный рост количества автотранспортных средств. Так в 2003 г. количество автотранспортных средств по области составило 124658 единиц, что на 13031 единиц больше, чем в 2002 г., из них по г. Шымкенту 53629 единиц, при этом рост составил 5000 единиц автотранспорта по сравнению с 2002 г. (48629 единиц).

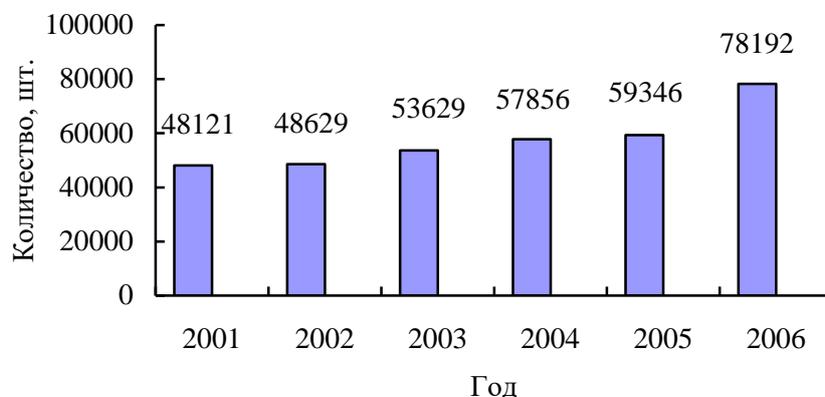


Рис. Динамика роста количества передвижных источников в г. Шымкенте.

Остановливаясь на автотранспортном загрязнении атмосферы г. Шымкента, следует отметить, что по данным ЮКЦГМ в пределах городских магистралей загрязнение атмосферы при неблагоприятных условиях может достигать значительных величин (до 5 ПДК окиси углерода). Негативное влияние автотранспорта на атмосферу города особенно проявляется в июне – августе, в сезон наиболее благоприятный для образования фотохимического смога. Особенно, когда в эти месяцы наступают периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Опасны, как сами выбросы от автотранспорта, так и их способность вступать в фотохимические реакции и образовывать более сложные и токсичные вещества, чем те, которые контролируются в воздухе ЮК центром гидрометеорологии.

На 2007 г. в городе имеется 253 крупных промышленных, строительных и транспортных объекта [2]. В последние годы количество предприятий, имеющих источники выбросов ЗВ, существенно возросло (табл. 2). Это связано с динамичным развитием города, интенсивным ведением строительства, расширением производственной сферы и др.

Чрезмерно высокий уровень загрязнения атмосферы города объясняется не только большим количеством производственных предприятий, но также их географическим положением на карте города. Ряд крупных

производств построен без учета розы ветров. Другая причина – отсутствие у части предприятий (20 %) санитарно-защитных зон. Согласно данным алматинского института “Казгипрогаз” (1990 г.) [1], на отведенной под санитарно-защитные зоны территории в 480 га ведется строительство новых объектов. Из них 30 га выделены под возведение многоэтажных, сложных объектов. Например, АО ПО «Южполиметалл», где концентрация содержания ВВ превышает ПДК в несколько раз, расположено в черте города. В радиусе всего около 3 км от завода расположено 5 школ, 2 детских сада, жилые дома и множество других учреждений. В рабочих цехах превышение нормативов ПДК по свинцу колеблется в пределах 2,6...4,3 ПДК. Содержание свинца на территории средней школы № 49 микрорайона «Казыгурт», расположенной в 1500 м от предприятия, превышает ПДК в 5,3 раза, на территории школы № 66 – в 2,7 раза, на территории средней школы № 26 – в 4,7 раза, диоксида серы в 2,7 раза. В целом по городу на отведенных под санитарно-защитные зоны предприятий площадях проживает около 42 тыс. жителей (1990 г.) [1].

Таблица 2

Источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (по данным Шымкентского городского отделения статистики)

	Год				
	2002	2003	2004	2005	2006
Количество предприятий, имеющих выбросы ЗВ	119	169	188	207	225
Количество источников выбросов ЗВ:	3052	4290	4773	5270	5574
в том числе организованных	1764	2196	2660	2994	3268
оборудованных очистными сооружениями	280	302	341	403	385
подлежащих оснащению	12	14	25	25	53

Результаты многолетнего игнорирования климатических и метеорологических условий, рельефа местности в планировании и строительстве объектов города удручают. К сегодняшнему дню свыше 40 промышленных предприятий оказались в центральной части Шымкента. Восемнадцать из них представляют большую угрозу для экологии, следовательно, незамедлительно должны быть перебазированы за пределы города. Промышленные предприятия города расположены в непосредственной близости к жилым массивам, а то и вовсе находятся среди них.

В выбросах ОАО «Энергоцентр-3» преобладают выбросы диоксида серы – 59,0 % и диоксида азота – 35,5 %, в выбросах АО ПО «Южпо-

лиметалл» – диоксида серы (75,0 %), а в выбросах ОАО «ПКОП» – углеводородов предельных (78,6 %). Всего же в атмосферу города выбрасывается известных 87 загрязняющих веществ. Количество выбросов от стационарных источников в разные годы различно и зависит от производственной мощности действующих предприятий (табл. 3).

Таблица 3

Выбросы загрязняющих атмосферу веществ от стационарных источников, их очистка, улавливание и утилизация, тыс. тонн

	Год				
	2002	2003	2004	2005	2006
Количество ЗВ, отходящих от всех стационарных источников загрязнения	167	110	152	203	191
в т.ч. выбрасывается без очистки – всего	17	20	26	29	31
в т.ч. от организованных источников выбросов	9	9	12	16	19
Поступает на очистные сооружения, из них	150	90	126	174	160
уловлено и обезврежено – всего	148	87	124	169	155
утилизировано	147	83	120	162	152
Всего выброшено в атмосферу ЗВ	18	23	28	34	35

Предприятия, как АО ПО «Южполиметалл», АО «Химфарм», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, расположены в селитебной зоне города. Санитарно-защитные зоны от этих предприятий не реализованы.

Таким образом, основными факторами загрязнения воздушного бассейна Шымкентского промышленного центра, являются выбросы от промышленных предприятий, предприятий теплоэнергетики, расширяющееся быстрыми темпами строительство, растущее из года в год количество автотранспорта. Вклад только двух предприятий – АО «Петро Казахстан Ойл Продактс» и АО ПО «Южполиметалл» в валовые выбросы ЗВ от стационарных источников составляет около 70 %, при этом второе находится вблизи к центру города. Очистные сооружения многих предприятий действуют не на должном уровне, и требуется их реконструкция. Для улучшения экологической ситуации в Шымкентском промышленном центре требуется коренным образом пересмотреть многие проблемы и заняться их решением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айнабеков Е.Л. Город и химия // Заря. – 1990. – № 6. – С. 12-13.
2. Оңтүстік Қазақстан облысы: Энциклопедия / Бас редактор Б.Ф. Аяган. – Алматы: “Қазақ энциклопедиясы” ЖШС, 2005. – 560 бет.
3. Геоэкологический словарь. – М.: Готика, 2001. – 206 с.

4. Тажекова А.Д. Вклад промышленных предприятий города Шымкента в загрязнение атмосферного воздуха. / Материалы международной научно-методической конференции «Совершенствование взаимосвязи образования и науки в XXI веке и актуальные проблемы повышения качества подготовки высококвалифицированных специалистов». – Шымкент.: 2007. – С. 342-348.
5. Экономика в цифрах. Ежегодник. Агентство по статистике ЮКО. Шымкент, 2005 г.

Институт географии, г. Алматы

ШЫМКЕНТ ӨНДІРІС ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ӘУЕ КЕҢІСТІГІНІҢ ЛАСТАНУЫНА ӘСЕР ЕТУШІ ФАКТОРЛАР

Геогр. ғылымд. докторы Ж.Д. Достай
А.Д. Тажекова

Бұл мақалада Республикамыздағы ірі өнеркәсіптік орталықтардың бірі – Шымкенттің ауасын ластайтын факторлар қарастырылған.

УДК 551.509.328

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСГРАНИЧНОГО ВЫНОСА
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ВЫСОТНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

А.П. Шапов

На основе нормативного документа ОНД-86 и данных о среднегодовой вероятности ветра различной скорости по направлениям разработана модель выноса загрязняющих веществ в заданном направлении в вероятностной форме. Представлен алгоритм программы расчета накопленной вероятности концентрации загрязняющих веществ. Приведены данные расчета и карты полей концентрации и вероятности загрязнения атмосферы диоксидом серы и диоксидом азота для Павлодар-Экибастузского промышленного района при юго-западном направлении ветра, опасном выносами загрязняющих веществ на территорию Российской Федерации.

С развитием промышленности и транспорта зона загрязнения атмосферы повсеместно расширяется и отмечаются определенные негативные макромасштабные эффекты. В настоящее время наблюдается глобальное увеличение фоновой концентрации некоторых загрязняющих веществ (ЗВ) в районах, находящихся на больших расстояниях от промышленных центров. В связи с присоединением Казахстана к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, остро встает вопрос о методах расчета переноса загрязняющих веществ на большие расстояния. При этом актуальной задачей является оценка выноса этих веществ от отдельных промышленных районов и предприятий.

На территории Казахстана имеются крупные промышленные комплексы, выносы загрязняющих атмосферу веществ от которых могут достигать территории сопредельных государств, в частности, это предприятия городов Павлодара, Экибастуза и Аксу, которые находятся в Павлодарской области. Выносы ЗВ этого региона могут достигать Алтайского края Российской Федерации (РФ). Целью настоящей работы является создание модели, позволяющей определить выносы ЗВ из этого региона в сторону России при различных скоростях ветра и оценить вероятность таких выносов в зависимости от ветрового режима территории.

Существует четыре основных подхода к решению задач о рассеянии вещества в движущейся газообразной среде.

1. Прямое экспериментальное исследование связано с использованием инструментальных методов определения параметров загрязнения атмосферы и применяется для решения задач оперативного прогноза.

2. Теория подобия используется при моделировании переноса примесей в атмосфере в тех случаях, когда, в силу сложности рельефа местности и застроек, невозможно оценить граничные условия и направления воздушных потоков, поэтому для создания подобных условий приходится использовать гидравлическое или аэродинамическое моделирование в гидравлических лотках или аэродинамических трубах.

3. Теория диффузии загрязняющего вещества основывается на законе сохранения массы. Эта теория предполагает однородность основного движения по осям x и y и использование обычных приемов осреднения турбулентных характеристик воздушных потоков, состоящих из средних и пульсационных компонентов. Решение полуэмпирического уравнения диффузии широко применяют для расчетов примесей в атмосфере.

4. Классическая статистическая теория дает описание атмосферной турбулентности в терминах ее интенсивности, шкалы и спектральных свойств. Тип случайного процесса, который используется при изучении турбулентности и диффузии, может быть охарактеризован как стационарный, однородный, изотропный и гауссов [6]. Чаще всего статистическая теория используется для изучения диффузии вещества в горизонтальном направлении.

Большее распространение получили модели, основанные на решении уравнений диффузии. Существует четыре типа таких моделей известных как модели «клубка», «факела», «ящика» и модели конечно-разностного типа. Единой модели, способной объяснить и учесть все многочисленные аспекты проблемы атмосферной диффузии, не существует, поэтому важным этапом является выбор модели в наибольшей степени отвечающей решению поставленных задач. Были определены требования к математической модели расчета. Это должна быть мезомасштабная детерминированная модель, основанная на теории турбулентной диффузии, имеющая достаточно хорошее приближение к опытным результатам измерений. Из четырех основных типов детерминированных моделей для вычисления полей концентрации загрязняющих веществ на больших расстояниях от источника наиболее подходящей является модель «факела», которая к настоящему времени достаточно хорошо изучена и широко ис-

пользуется в научной и проектной практике для расчетов загрязнения атмосферы и предельно-допустимых выбросов (ПДВ) предприятий.

Имеется достаточно большое число реализаций моделей этого типа, предназначенных для расчетов на персональных компьютерах. В значительной степени условиям наших исследований отвечает программный комплекс ЭРА (версия 1.7) Новосибирской фирмы «Логос плюс», сертифицированный Главной геофизической обсерваторией им. Воейкова. Программный комплекс ЭРА создан на базе Общесоюзного нормативного документа ОНД-86 Госкомгидромета СССР [5], принятого на территории СНГ в качестве РД. Применение ПК «Эра» разрешено в Республике Казахстан. Методы расчетов, заложенные в ОНД-86, прошли длительную проверку и находят широкое применение [1, 5]. Существуют ограничения в применении этого метода по расстоянию. Так в работе [4] расстояние, на котором можно применять диффузионную модель оценивается в 200 км. РД ОНД-86 [5] рекомендует применять модель для получения нормативных величин загрязнения на расстояниях до 100 км. В настоящей работе автор счел возможным использовать, с некоторыми допущениями, эту модель.

В 2004 г. проводились работы по изучению загрязнения атмосферы г. Балхаш [2, 3]. Осуществленный в этих работах анализ влияния метеорологических параметров на перенос ЗВ в атмосфере используется в настоящей работе. При исследовании загрязнения атмосферы г. Балхаша был выполнен большой объем численного моделирования. В частности, выяснено влияние температуры воздуха на изменение конфигурации полей концентрации. Для этого были построены карты полей загрязнения атмосферы г. Балхаша диоксидом серы для скоростей ветра 0,5 и 5 м/с юго-западного направления при температуре воздуха -25°C и $+25^{\circ}\text{C}$, а так же аналогичные карты для средней годовой температуры. Анализ полученных полей показал, что влияние температуры приземного слоя воздуха незначительно сказывается на их конфигурации. Различия в температурах приводит к некоторому смещению зоны с повышенной концентрацией по потоку. При низкой температуре воздуха (-25°C) и скорости ветра 0,5 м/с (т.е. практически при штиле) зона с повышенным загрязнением ≥ 5 ПДК смещена по потоку примерно на 800 м дальше, чем при температуре $+25^{\circ}\text{C}$. Конфигурация зон, ограниченных изолиниями 0,5 ПДК и 1 ПДК, в обоих случаях одинаковы. Сдвиг зоны и точки с максимальной концентрацией объясняется увеличением высоты подъема струи при увеличении разности ее температуры с температурой окружающего воздуха. При скорости ветра 5 м/с

влияние температуры воздуха на поля приземной концентрации диоксида серы еще менее заметно – произошло увеличение максимальной концентрации при высокой температуре с 25,1 ПДК до 25,9 ПДК.

Незначительное влияние температуры воздуха на формирование полей приземной концентрации диоксида серы позволило нам использовать среднюю годовую температуру воздуха. Это может приводить при расчетах в условиях слабого ветра ≤ 2 м/с к пространственной ошибке местоположения зоны повышенного загрязнения (> 5 ПДК) на несколько сот метров. Отсюда можно полагать, что при изучении загрязнения атмосферы на больших расстояниях от источника, влияние температуры воздуха на процессы переноса находится в пределах ошибки расчета.

Перенос ЗВ в различных направлениях от источника определяется ветровым режимом, в частности, вероятностью ветра различной скорости по направлениям. Поля концентрации, рассчитанные для ряда значений скоростей ветра, отличаются друг от друга по конфигурации, концентрация ЗВ в каждой точке исследуемого района, в зависимости от скорости и направления ветра, принимает разные значения. Если известен ветровой режим в исследуемом регионе, можно рассчитать поля концентрации для определенных скоростей ветра и вычислить поля концентрации ЗВ в вероятностной форме.

Для выполнения расчетов в ПК «Эра» были построены карты районов исследования, выполнена привязка источников выбросов в декартовой системе координат, введены параметры основных источников загрязнения и необходимые метеорологические параметры. Выносы на большие расстояния характеризуются, как правило, малыми концентрациями, поэтому для выполняемых расчетов и построения карт загрязнения были приняты следующие градации величин загрязнения: 0,01; 0,05; 0,1; 0,5 и ≥ 1 ПДК. Расчеты выполнены для скоростей 0,5; 3,5; 7,5; 11,5; 15,5; 19 и 22,5 м. Эти величины являются средними для диапазонов скоростей ветра, по которым рассчитаны таблицы вероятности ветров различной скорости по направлениям [7]. Данные этих таблиц используются в последующих расчетах вероятностей загрязнения.

Программный комплекс «Эра» предназначен для решения прикладных задач, в частности, проведения инвентаризации выбросов на предприятиях, расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ в соответствии с методикой расчета концентраций ОНД-86 как для отдельных предприятий, так и для их совокупностей, а также выпуска полного комплекта документации томов ПДВ. Поскольку ПК «Эра» предна-

значен для получения конечного продукта, и использование промежуточных результатов вычислений представляет определенные технологические трудности, нами была разработана программа расчета полей концентрации ЗВ с накопленной вероятностью в «Excel». Алгоритм расчета полей загрязнения в ПК «Эра» представлен на рис. 1, а алгоритм расчета полей концентрации ЗВ с накопленной вероятностью в «Excel» – на рис. 2.

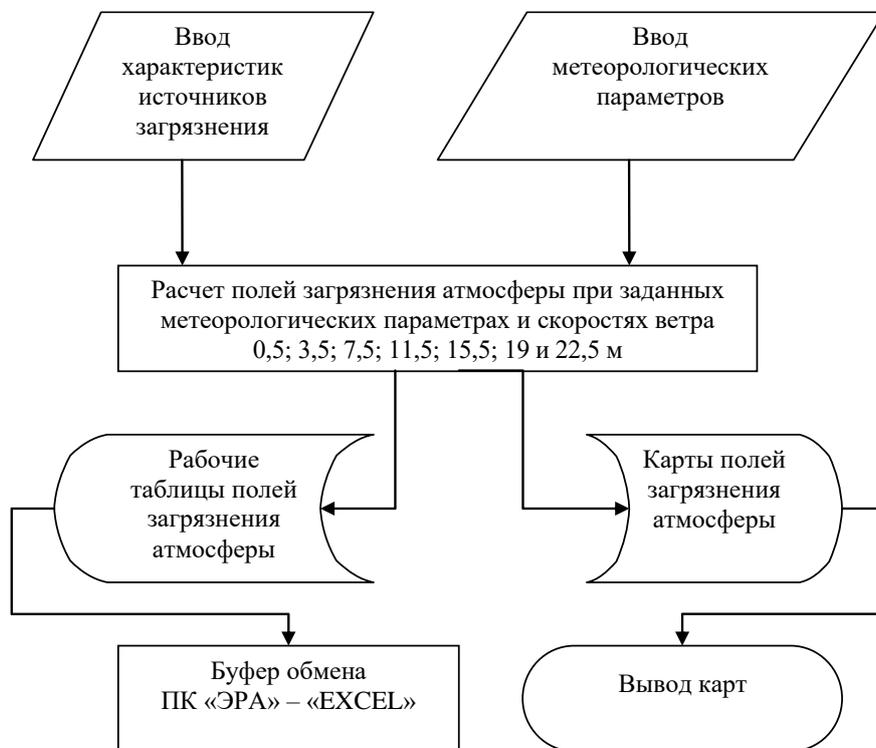


Рис. 1. Алгоритм расчета полей загрязнения атмосферы в ПК «Эра».

Расчет загрязнения атмосферы для Павлодарского промышленного района выполнялся по диоксиду серы и диоксиду азота.

В качестве входных параметров модели используются характеристики источников выбросов: высота трубы H , диаметр устья трубы d , вертикальная скорость истечения газа из трубы u , объем выбрасываемых газов V и их температура T , масса выбрасываемого в атмосферу в единицу времени вредного вещества M . Указанные параметры основных источников выбросов приведены в табл. 1. Поскольку целью настоящей работы является исследование дальних выносов, для расчетов использованы только те источники, высота которых превышает 80 м, полагая, что загрязне-

ние атмосферы от более низких источников носит локальный характер и не участвует в дальних переносах. Из метеорологических параметров используются скорость и направление ветра на высоте 10 м и среднегого-летняя температура воздуха.



Рис. 2. Алгоритм расчета полей концентрации ЗВ с накопленной вероятностью.

Таблица 1

Исходные параметры источников выбросов Павлодарская обл. (Данные Павлодарского областного территориального управления охраны окружающей среды)

№ источника	Высота трубы, м	Диаметр устья трубы, м	Скорость истечения, м/с	Объем выброса, м ³ /с	Температура, °С	Эмиссия, г/с	
						SO ₂	NO ₂
ТОО «АЕС Экибастуз», 2002 г.							
1	300	11,9	13,9	1541,5	76	219,2	104,0
2	330	13,3	17,1	2354,5	80	574,8	260,2
АО «Экибастузская ГРЭС-2», 2002 г.							
3	420	13,0	13,9	1843,7	95	987,7	282,8
ТОО «Экибастузская теплоцентраль», 2003 г.							
4	120	4,2	4,6	63,0	76	22,3	4,5
5	180	6,0	11,5	325,7	92	172,4	34,4
АО «Алюминий Казахстана» ТЭЦ-1, 2002 г.							
6	150	7,0	11,6	444,5	95	19,4	2,4
7	240	7,8	15,5	741,1	70	814,8	194,9
АО «Павлодарэнерго» ТЭЦ-2, 2003 г.							
8	100	6,0	12,8	361,9	84,3	204,1	34,4
АО «Павлодарэнерго» ТЭЦ-3, 2003 г.							
9	180	7,2	15,1	614,8	71,4	304,9	87,6
АО «ЕЭК» Аксуская ГРЭС, 2004 г.							
10	180	7,6	11,9	539,8	156	368,1	82,9
11	180	7,6	22,9	1038,9	148	329,0	73,9
12	250	9,0	33,3	2118,5	158	1206,2	355,5

Расчеты по Павлодарской области выполнялись для юго-западного направления ветра, при котором возможен вынос загрязняющих веществ в Алтайский край РФ. Рассчитанные карты полей загрязнения приведены на рис. 3...5.

Необходимые для последующих вычислений рабочие таблицы концентраций в узлах расчетной сетки из ПК «Эра», рассчитанные для выбранных скоростей ветра, были транслированы в программу расчета полей концентрации ЗВ. Кроме того, в эту программу были введены данные о среднегодовой вероятности ветра различных скоростей по направлениям [7] (табл. 2).

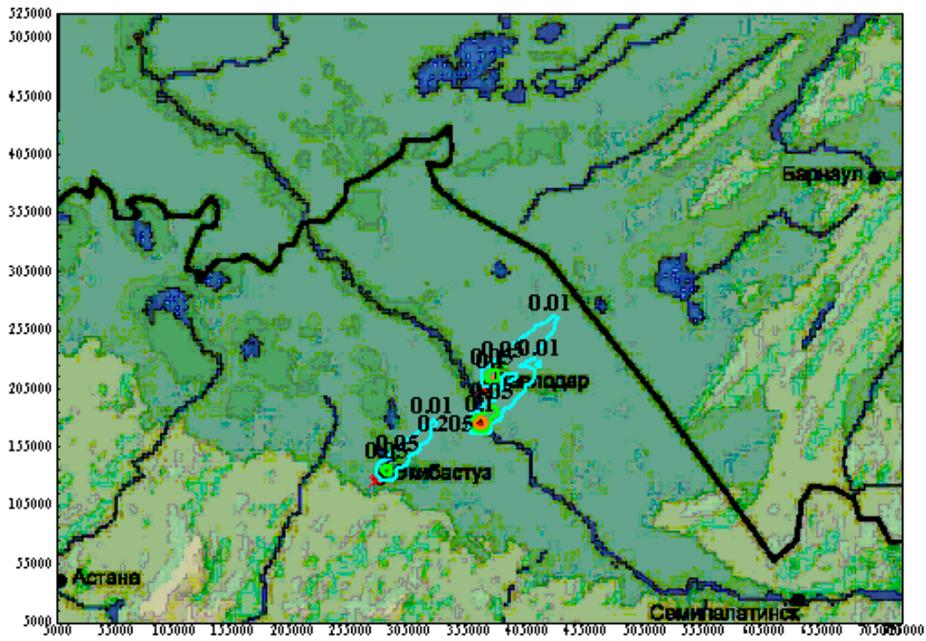


Рис. 3. Карта полей концентрации диоксида серы, скорость ветра 10,0 м/с.

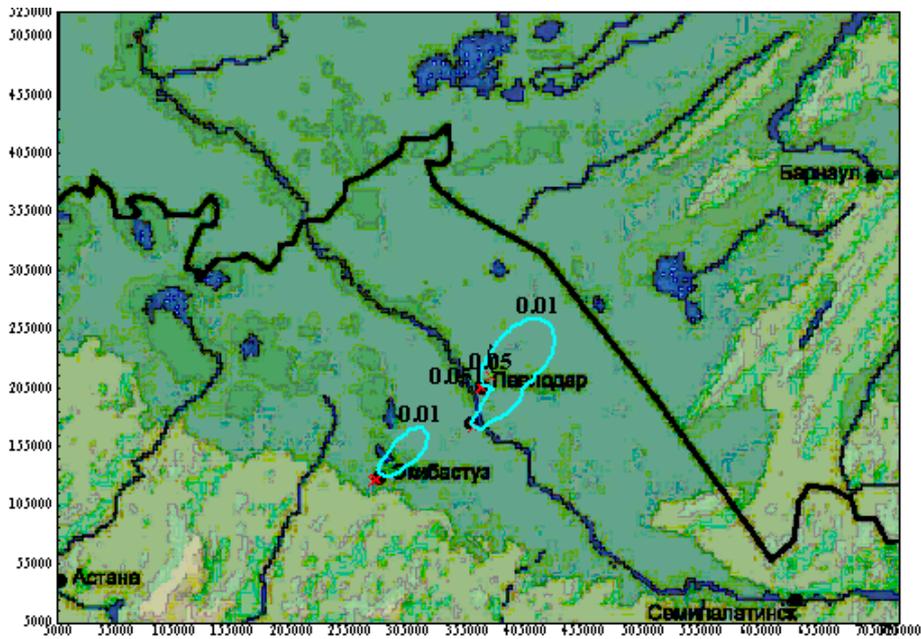


Рис. 4. Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 0,5 м/с.

Таблица 3

Площади с различными уровнями загрязнения диоксидом серы и диоксидом азота при различных скоростях ветра (км²)

ПДК	Скорость ветра, м/с						
	0,5	3,5	7,5	11,5	15,5	19,0	22,5
SO ₂							
≥ 1	0	0	0	0	0	0	0
≥ 0,5	0	0	0	0	0	0	0
≥ 0,1	0	100	100	100	75	50	50
≥ 0,05	100	225	275	275	225	200	200
≥ 0,01	6425	2250	2325	2525	2500	1325	1300
NO ₂							
≥ 1	0	0	0	0	0	0	0
≥ 0,5	0	0	0	0	0	0	0
≥ 0,1	0	150	200	175	175	175	125
≥ 0,05	100	525	600	600	500	375	325
≥ 0,01	6425	4875	4925	4975	4975	2375	2450

По этим матрицам в программе обработки картографических изображений, например в Surfer, можно построить 2-х или трехмерные карты вероятностей загрязнения атмосферы различных уровней для исследуемого региона (рис. 6).

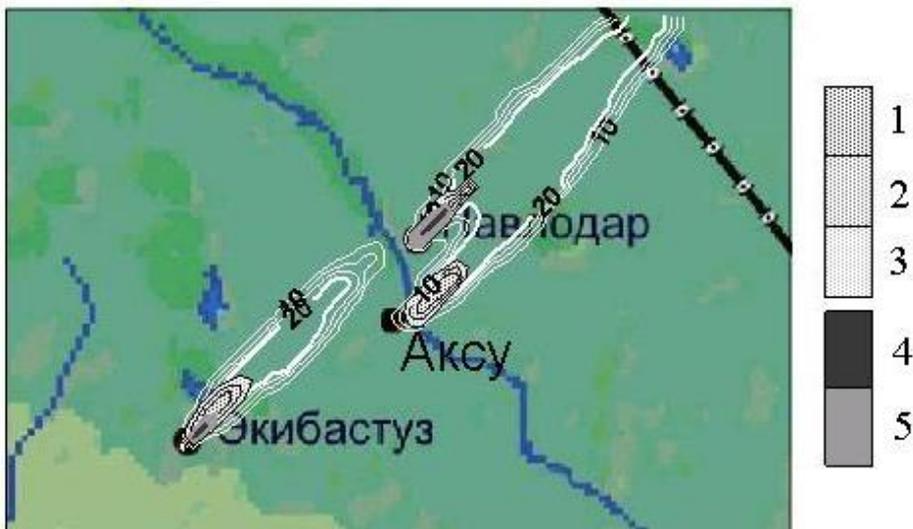


Рис. 6. Карта вероятности различных уровней загрязнения Павлодар-Экибастузского промышленного района при юго-западном направлении ветра. 1, 2, 3 – вероятность 15, 10 и 5% при уровне загрязнения 0,01 ПДК; 4, 5 – вероятность 10 и 5% при уровне загрязнения 0, 1 ПДК; изолиниями белого цвета нанесены поля вероятности при уровне загрязнения 0, 05 ПДК

По этой программе были вычислены накопленные вероятности приземных концентраций загрязняющих веществ по направлению оси факела на различных расстояниях от источника для опасного, юго-западного, направления ветра (табл. 4).

Таблица 4

Накопленные вероятности приземных концентраций загрязняющих веществ по направлению оси факела, при юго-западном направлении ветра, Павлодарская область

ПДК	Расстояние от источников, км							
	0	10	20	40	70	100	150	200
SO ₂								
≥ 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
≥ 0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
≥ 0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
≥ 0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,57	0,00	0,00
≥ 0,01	0,00	22,53	22,59	22,59	12,21	22,59	22,59	12,21
NO ₂								
≥ 1	0	0	0	0	0	0	0	0
≥ 0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
≥ 0,1	0	0	0	0	0	2,03	0	0
≥ 0,05	0	0	6,29	0	0	4,27	5,86	0
≥ 0,01	0	22,59	16,3	22,59	22,59	16,3	16,68	22,53

Для Павлодарского промышленного района при переносе загрязняющих веществ в северо-восточном направлении, на расстоянии 200 км вероятность загрязнения диоксидом серы равна 12,2 %, а диоксидом азота 22,5 % на уровне 0,01...0,05 ПДК.

Таким образом, применение ПК «Эра» для оценки трансграничного переноса возможно на расстоянии 200 км от источника. Для оценки возможности применения модели на больших расстояниях от источника необходимо проведение дополнительных исследований.

Большой интерес представляет оценка вероятностных характеристик загрязнения атмосферы в исследуемом регионе с учетом характеристики ветра во всех направлениях. Такая программа, по сути, позволит получить климатические характеристики загрязнения атмосферы от источника для всей окружающей территории. К сожалению, в связи с сокращением ассигнований по теме, работы по совершенствованию модели и разработке рабочей программы расчета были приостановлены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 448 с.
2. Галаева О.С. и др. Метод количественного прогноза загрязнения атмосферы г. Балхаш диоксидом серы и пылью // Гидрометеорология и экология. – 2004. – №3. – С. 59-67.
3. Галаева О.С., Шапов А.П. Роль метеорологических параметров в загрязнении атмосферы города выбросами Балхашского горно-металлургического комбината // Гидрометеорология и экология. – 2004. – №3. – С. 47-58.
4. Метеорология и атомная энергия. Под ред. Слейда Д.Л. (Пер. с англ.) Л.: Гидрометеиздат. – 1971. – 648 с.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 68 с.
6. Попов Н.С., Бодров В.И., Перов В.Л. Основные направления в моделировании загрязнения воздушного бассейна за рубежом // Химическая промышленность за рубежом. – 1982. – №6. – С. 10–33.
7. Справочник по климату СССР. Вып. 18. Ч. 3. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 520 с.

КазНИИЭК, г. Алматы

БИКТИК КӨЗДЕРІНЕН ЛАСТАНҒАН ЗАТТАРДЫҢ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ШЫҒАРЫЛУЫН МОДЕЛЬДЕУ

А.П. Шапов

ҚТҚ-86 нормативті құжаттың негізінде әр түрлі жылдамдықтағы желдің бағыты бойынша, оның орташа жылдық ықтималдығы туралы мәліметтер негізінде ықтималдық түрінде берілген бағыттағы ластаушы заттардың шығарылуының үлгісі жасалған. Ластаушы заттардың концентрациясының жиналған ықтималдылығын есептеу бағдарламасының алгоритмі келтірілген. Ресей Федерациясының аймағына ластаушы заттардың шығарылуымен қауіпті, желдің оңтүстік-батыс бағытында Павлодар-Екібастұз өнеркәсіп аймағы үшін атмосфераның күкірт пен азот диоксидтерімен ластану мәліметтерін есептеу және концентрация алаптарының картасы, сондай-ақ оның ықтималдығы келтірілген.

УДК 551.4

**ПРИРОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ АТБАШЫ-КАРАКОЮНСКОЙ
ДОЛИНЫ И ИХ АНТРОПОГЕННЫЕ МОДИФИКАЦИИ**

А.К. Кадыркулов

В статье рассматриваются природные и антропогенно-модифицированные ландшафты Атбашы-Каракоюнской долины Кыргызской Республики.

Ат Баши-Каракоюнская впадина расположена в юго-западной части Внутреннего Тянь-Шаня на абсолютных высотах свыше 2000 м над уровнем моря. Впадина делится на две самостоятельные долины. Её отличает орографическая изоляция и контрастность высот, для территории характерен внутренне-тяньшанский тип структуры высотной зональности, определяющий особенности природных условий [10].

Район имеет следующие высотно-зональные пояса и типы горных ландшафтов:

1. Склоновые: 1) Высокогорные: гляциально-нивальные, тундровые, альпийские луговые и лугово-степные, субальпийские луговые и лугово-степные, степные. 2) Среднегорные: лесо-лугово-степные, лесо-луговые, лугово-степные, степные. 3) Предгорно-низкогорные: пустынные, полупустынные, степные, луговые, лесо-луговые и лугово-степные.
2. Межгорно-котловинные: степные, пустынные,
3. Горно-долинные: луговые и лугово-степные, тугайные и лугово-болотные, степные.

Пустынные ландшафты характерны для подгорных равнин в низовьях рек Атбашы, Каракоюн, где подгорные равнины местами чередуются с холмисто-грядовыми формами рельефа, в целом состоящими из неоген-палеогеновых и четвертичных отложений. Здесь доминирует полынно-эфемерово-солянковое разнотравье, под которым развиваются маломощные светлые сероземы. Полупустынные ландшафты распространены в пределах подгорных наклонных равнин и адыров почти сплошной полосой между бассейнами рек и в северо-западной части Атбашинской долины. Рельеф отличается более мелким и дробным расчленением. Здесь четко выделяются наклонные равнины и адыры, которые слагаются отложениями палеоген-неогенового и четвертичного возраста. Эти рыхлые отложения сверху

покрыты мощными суглинками. Ландшафты развиваются при большом дефиците влаги и режиме высокой температуры воздуха. Растительность представлена полынно-эфемеровым и полынно-злаковым разнотравьем, под которым сформировались обыкновенные сероземы.

Предгорно-равнинные степные ландшафты преобладают на высоте 2100...2300 м над уровнем моря на северном склоне Каратоо, хребта Байбиче. Рельеф предгорий представляет собой мягко расчлененные увалы. Между наклонными равнинами и высокими адырами предгорий протягиваются узкой полосой предгорные шлейфы, состоящие из конусов выноса. Степи характеризуются умеренно теплым и более влажным климатом по сравнению с полупустынным типом ландшафта.

Осадки внутри зоны не везде одинаковы. В западной части осадков выпадает на 20...23 % меньше, чем в восточной, и соответственно в междуречье господствуют низкотравные степи с обыкновенными сероземами, а на востоке – высокотравные степи на темных сероземах.

Долинно-террасовые полупустынно-степные ландшафты характерны для высокогорной Каракоюнской долины. Климат здесь резко континентальный, сухой. Ландшафты имеют бедную растительность. Изреженные полынно-злаковые и злаково-разнотравные степи развиваются на бурых полупустынных и горно-степных светло-каштановых почвах.

Ландшафты среднегорий занимают склоны с абсолютными высотами 2200...3000 м. В связи с аридностью климатических условий на сильно расчлененных склонах и выровненных денудационных поверхностях сформировались степные, лугово-степные и лесо-луговые ландшафты.

Степные ландшафты часто встречаются в долинах, бассейнах рек. В ландшафтах преобладают типчаковые, разнотравно-ковыльные, разнотравно-бородавчатые, осоково-типчаковые, пырейно-ячменные, овсяно-разнотравные растительные формации.

Лугостепные ландшафты распространены на северном склоне Атбашинского хребта, в особенности в его центральной и восточной частях. Эти ландшафты лучше увлажнены, чем ландшафты предгорий. Годовое количество осадков составляет 300...350 мм. Наибольшее ландшафтообразующее значение здесь имеют эфемерно-полынно-пырейные, разнотравно-пырейные сообщества, под которыми формировались светло-коричневые почвы.

Среднегорные лесо-луговые ландшафты распространены фрагментарно. В рельефе господствуют К-образные глубокие ущелья с относи-

тельными превышениями до 500...700 м, крутые склоны с обильными выходами коренных пород и зубчатые гребни водоразделов. Эти ландшафты лучше увлажнены по сравнению с ландшафтами лугостепей. Среднегодовое количество атмосферных осадков здесь 400...500 мм. Арчевые леса распространены в пределах абсолютных высот 2400...3000 м. Приурочены они к затененным северным и северо-восточным экспозициям склонов. Подлесок представлен кустарниками. Из травянистой растительности характерны разнотравно-ежовые, разнотравно-овсяницево-осоковые, злаково-гераниевые и другие лугостепи и луга. Под арчевыми лесами формируются коричнево-бурые почвы, богатые гумусом (до 11...12 %). Листопадные леса, как правило, приурочены к долинам рек, саев, где лучше почвенно-грунтовое увлажнение.

Высокогорные ландшафты характеризуются сильно расчлененным рельефом с крутыми ущельями речных долин. Глубина вреза местами достигает до 1000 м. Кое-где на водоразделах и склонах хребта сохранились участки с выровненным рельефом.

Климат высокогорий суровый и влажный. Продолжительность вегетационного периода значительно укорочена. Годовой градиент температуры повсеместно отрицательный.

Несмотря на однородность климатических условий, в высокогорной зоне выделяются несколько типов ландшафтов.

Высокогорные лугостепные ландшафты распространены на северных склонах на высоте 3000...3800 м. Преобладают два типа рельефа – долинно-ущельевый с участками денудационных поверхностей и скально-осыпной с острогребневыми крутосклонными отрогами и длинными задернованными склонами.

Климат суровый, характерны резкие колебания суточных и годовых температур. Количество осадков не превышает 300 мм в год, причем большая его часть выпадает в виде снега. На лессовидных суглинках формируются лугово-степные темно-каштановые почвы под разнотравно-злаковыми растительными формациями.

Высокогорные крутосклонные субальпийские лугостепные ландшафты развиты на абсолютных высотах от 3000 до 4000 м северных склонов хребта. Рельеф сильно расчлененный, крутосклонный (до 35°), а водоразделы состоят из остроконечных вершин и гребней. Но встречаются и более мягкие пологие сглаженные вершины. Ландшафты с субальпийскими лугами и лугостепями развиваются в условиях достаточного увлажнения и

при низких температурах. Здесь в травостое доминирующее положение занимают гераниевые луга, от которых во время цветения луга приобретают синий оттенок. Среди разнотравно-гераниевых лугов встречаются также флемис горолюбивый, незабудка, ветреница и др.

Под разнотравно-гераниевыми лугами формируются в основном субальпийские горно-луговые черноземовидные почвы. Менее увлажненные склоны покрыты ковыльно-типчаковыми и разнотравно-луговыми растительными формациями на темно-цветных горных лугостепных субальпийских почвах.

На абсолютных высотах выше 3500 м до 3800 м представлены высокогорные ландшафты с альпийскими лугами и лугостепями. Преобладают крутые склоны хребтов с многочисленными осыпями, скалами, моренами. Климат суровый, с долгой зимой (около 6...7 месяцев). Средняя июльская температура воздуха не превышает 10...12 °С.

Растительный покров альпийских лугов большей частью состоит из многолетних форм. Однолетники почти отсутствуют. Флористический состав альпийских лугов весьма разнообразен. Как правило, в образовании растительного покрова принимают участие кобрезии, осоки, злаки и разнотравье. Под альпийскими лугами формировались горно-луговые почвы. На сухих склонах распространены маломощные лугово-степные альпийские почвы.

Нивально-гляциальные ландшафты приурочены к осевой части хребтов Атбаши, Джаныжер, Аламышык, Нарынтоо, Каратоо, Байбиче и характеризуются сильно расчлененным альпийским типом рельефа. Вечные снега, сохранившиеся в виде снежников и ледников, распространены в восточной и центральной частях хребта. Свободные от фирна и ледника скальные участки покрыты крупнообломочными осыпями с небольшими скоплениями мелкозема в ущельях. Слаборазвитые дерново-торфянистые почвы очень маломощны, распространены пятнами, на которых имеются пятна заболоченных лужаек; в трещинах скал встречаются единичные высокогорные растения – подушечники [6].

Степень антропогенной модификации ландшафтов в Атбашы-Каракуюнской долине определена по изменению компонентов ландшафта (рельеф местности, почва, растительность, микроклимат, биоценозы) и от типов модификации ландшафтов (населенные пункты, пашня, пастбища, дорога и др.). По степени антропогенных изменений ландшафты делятся на: условно неизменные, слабо измененные, сильно измененные и рационально преобразованные ландшафты:

1. Ландшафты сильно измененной антропогенной нагрузки: населенные пункты, асфальтные и грунтовые дороги, ирригационные сооружения и месторождения полезных ископаемых.

2. К слабо измененным ландшафтам относятся сельскохозяйственные ландшафты, пашня и пастбища, сенокосы, пойменная леса и др.

3. К рационально преобразованным ландшафтам относятся питомники, участки лесхоза и охраняемые природные территории и др.

4. К условно неизменным ландшафтам относятся гляциально-нивальные и естественно сохранные леса и луга.

Горные антропогенные ландшафты по таксономическим единицам подразделяется на классы, типы, виды, урочища. В основу такого подразделения положены природные факторы, обуславливающие хозяйственную направленность использования и видоизменения того или иного естественного ландшафта (Чупахин В.М., 1991) [8]. К основным классам антропогенных горных ландшафтов Атбашы-Каракоюнской долины относятся: сельскохозяйственный, промышленный, селитебный, водохозяйственный, лесокультурный, дорожно-линейный и рекреационный.

1. Сельскохозяйственный антропогенный ландшафт. Ат-Башинский район – один из основных горно-животноводческих районов. Используя обширные пастбища в летне-осенний период, животноводство испытывает значительный недостаток в кормах в зимне-весенний период, что ставит перед земледельцами главную задачу всемерного увеличения производства фуражных и кормовых культур, создание прочной кормовой базы. В решении этой задачи главная роль отводится мероприятиям, направленным на повышение эффективности использования орошаемых земель и введение в сельскохозяйственный оборот дополнительных земельных ресурсов.

Сельскохозяйственным ландшафтам характерны полевые и лугопастбищные типы ландшафтов.

Полевой тип горный сельскохозяйственного ландшафта формировался под воздействием перепадки почвенного слоя, внесения удобрений, выращивания биомассы, т.е. земледельческого освоения пахотно-пригодных земель в высокогорной долине. Межгорно-котловинные степные и полупустынные ландшафты Атбашы-Каракоюнской долины вовлечены в орошаемое земледелие, а предгорно-низкогорные степные и луговые ландшафты в богарное земледелие. Общая площадь пашни в Атбашы-Каракоюнской долине составляет 30,12 тыс. га, из них 26,56 тыс. га оро-

шаемые, 3,55 тыс. га богарные. В долине возделываются в основном пшеница, ячмень, картофель, овощи и сенокосы для животноводства. На орошаемых землях развиты водная и ветровая эрозия различной степени, а на богарных землях – водная эрозия.

Лугопастбищный антропогенный тип ландшафта преобладает во всех лесо-луговых, луговых и степных ландшафтах, пригодных для выпаса скота. Пастбищный тип ландшафта (общая площадь 171696 га) делится на зимние, весенне-осенние и летние подтипы ландшафтов. В долине зимние пастбища (67861 га) преобладают в основном межгорно-котловинно степные, полупустынные, предгорно-низкогорные ландшафты, а весенне-осенние (81691 га) виды ландшафтов распространены в предгорно-низкогорных и среднегорных ландшафтах. В качестве летних пастбищ (22144 га) используются: высокогорные субальпийские и альпийские луговые и лугостепные ландшафты, окаймляющие хребты и урочища Джаны-Жер, долины рек Аксай, Арпа. В связи с уменьшением поголовья скота состояние летних высокогорных пастбищ Атбашы-Каракоюнской долины в настоящее время можно назвать удовлетворительным, а осенне-весенние и зимние ландшафты пастбища предгорий и низкогорий подвержены деградации из-за большого скопления сельскохозяйственных животных в окрестностях населенных пунктов. Интенсивный выпас животных отрицательно сказывается на урожайности и видовом составе травостоя пастбищ, чрезмерный, бессистемный выпас с большой нагрузкой может привести к полному уничтожению пастбищ. Отсутствие выпаса на горных пастбищах также оказывает губительное действие на пастбища из-за увеличивающегося слоя не стравленных растений, через который хорошо прорастают грубо стельные и ядовитые растения, усиливая, таким образом, процесс засорения пастбищ. Стравливание всей кормовой надземной массы отрицательно влияет на продуктивность травостоя. За 4...5 лет такого использования урожайность трав снижается в среднем на 20...40 %. Поэтому на природных пастбищах допустимый коэффициент использования их не должен превышать 60... 65 % [8].

Сроки использования сезонных пастбищ ограничены. Весной начало выпаса определяется наличием достаточного количества корма. Использовать пастбища необходимо при достижении высоты травы 5...6 см, некоторые виды растений можно стравливать только в определенное время. Ковыльные пастбища из ковыля-волосатика не рекомендуется ис-

пользовать, начиная с периода его плодоношения из-за острых зерновок, ранящих животных. Полынные пастбища мало пригодны к стравливанию летом из-за обилия горьких эфирных масел. Скот не поедает весной и летом большинства солянок из-за обилия в них солей. Запаздывание к выпасу ведет к ухудшению питательности и переваримости корма, потери продуктивности пастбищ. Кроме того, при неправильном использовании пастбищ из травостоя выпадают лучшие кормовые растения, а их место занимает плохо поедаемые или недоедаемые виды.

Таблица

Рекомендуемые типы пастбищ для стравливания различными видами скота

Тип пастбищ	Сезон использования	Вид скота
Солянковые	зимний	овцы
Полынные из всех видов полыней	осенне-зимний, зимний	овцы, лошади
Полынно-ковыльковые	весенне-осенний, зимний	овцы, лошади
Ковыльковые из ковылка казского	весенний и осенний	лошади, овцы до колошения
Ковыльные из всех видов ковылей	весенне-осенний, зимний	лошади, овцы
Типчаковые	весенний, летний, периодически осенний	овцы, лошади
Бородочавые	весенне-осенний	лошади, КРС
Пырейные	весенне-осенний	лошади, КРС
Ячменные	весенне-летне-осенний	КРС, лошади, хуже овцы
Птилагростисовые	летний	овцы, лошади
Беломятликовые	летний или зимний	лошади, овцы
Бескильницевые	летний	овцы
Злаково-разнотравные луго-степные	летний	КРС
Высокогорные луговые	летний	КРС
Ирисовые	осенний	лошади
Щимюровые	летний	овцы, лошади
Манжетковые	летний	овцы
Гераниевые	летний	овцы
Овсяницевые из овсяницы тынланской	летний	лошади
Овсцовые из всех видов овсцов	летний	все виды скота
Кобрезиевые из всех видов кобрезии	летний или осенне-зимний	лошади, овцы
Осоковые-высокогорные	летний	лошади, овцы
Осоковые-низенные	летний	КРС

Примечание: КРС – крупный рогатый скот.

Рациональное использование пастбищных угодий, главным условием которого является правильное внутреннее устройство их территории, имеет большое значение в деле повышения продуктивности пастбищ, создания прочной кормовой базы. Осуществление мероприятий по уходу за пастбищами сыграет большую роль в борьбе с сорной растительностью и предотвращении эрозионных процессов. В целях защиты пастбищ от деградации необходимо выдерживать оптимальную нагрузку скота, соблюдать и чередовать сроки и кратность стравливания пастбищ, очищать от сорняков (непоедаемых, вредных, и ядовитых) и колючих кустарников, подкармливать минеральными и органическими удобрениями, орошать (где это возможно), подсевать травы, убирать камни. Все эти мероприятия приведут к улучшению пастбищ.

2. Селитебный тип антропогенного ландшафта преобразован в результате расселения населения и интенсивности хозяйственной деятельности в предгорных, равнинных и надпойменных террасированных территориях Атбашы-Каракоюнской долины. К селитебным ландшафтам относятся сельские населенные пункты, которые занимают общую площади 4086 га, в 19 населенных пунктах имеется 12489 дворов (2004 г.). За последние 40 лет население долины выросло в два раза и согласно переписи 1999 г. составило 45219 чел. (Статистические данные). Негативные проблемы в селитебных ландшафтах связаны с коммунально-бытовыми отходами и сбросами сточных вод, вырубкой древесины и социально-экономическим положением населения. Для решения этих и других проблем, необходимо разработать и внедрить план устойчивого эколого-экономического развития территории с рациональным использованием природных ресурсов.

3. Лесокультурный тип ландшафтов. По данным Атбашинского лесхоза в Атбашы-Каракоюнской долине лесом покрыты 14419 га земель. Из них лесокультурный тип ландшафта в основном преобладает в питомниках лесхоза и древесно-кустарниковых насаждениях района и занимает территорию общей площадью 995 га. Ат-Башинский лесхоз расположен в юго-восточной части Нарынской области на территории административного района Атбашы. Протяженность территории расположения лесхоза с севера на юг 30 км, с востока на запад – 150 км. Контора лесхоза находится в районном центре – с. Ат-Баши на расстоянии 390 км от столицы Кыргызской Республики. Общая площадь лесхоза составляет 89415 га (Лесхоз Атбашы, 2005 г.).

По лесорастительному районированию (П.А. Гаи, 1970) территория Атбашинского лесхоза относится к Тянь-Шанскому лесорастительно-

му району северной области темнохвойных лесов. Основной особенностью района является чередование еловых лесов с лугостепями и лугами на северных склонах, степей, лугостепей и кустарниковых зарослей – на южных. Еловые леса приурочены преимущественно к северным склонам. Нижняя граница произрастания ельников – 2000 м, верхняя – 3100...3200 м над уровнем моря. Растительность лесхоза имеет ярко выраженный характер высотной поясности. На территории лесхоза выделяются следующие растительные пояса:

1. Пояс степного редколесья злаковых лугов и степей на высоте 2000...2300 м над уровнем моря. Этот пояс представлен насаждениями березы, тополя, ивы древовидной и зарослями кустарников.

2. Субальпийский пояс на высоте 2300 до 3200 м над уровнем моря. Здесь главной лесобразующей породой является ель тянь-шанская. Пояс широкого распространения субальпийских лугов и древесно-кустарниковой растительности. Из кустарников преобладает арча стелющаяся.

3. Альпийский низкотравный луговой пояс (3200 м и более). Встречаются заросли арчи стелющейся. Лесистость района составляет 2,7 %.

Лесное хозяйство не являлось ведущей отраслью народного хозяйства района. Доходы лесного хозяйства имеют незначительный удельный вес в бюджете района. Роль лесов лесхоза в удовлетворении местных рабочих потребностей древесиной незначительна. Деградация лесов связана с вырубкой древесины для отопления, строительства и пожарами.

4. Линейно-дорожный тип ландшафта связан в основном автомобильным транспортом. Он проходит все ландшафтные пояса, кроме гляциально-нивальных и высоких альпийских поясов. Дорожный тип ландшафтов является техногенным, где растительность, почва, иногда поверхностные породы полностью деградированы и изменены. Всего по территории района проходят автодороги международного, государственного и местного значения протяженностью 732 км. Все дороги района требуют реконструкции.

5. Промышленный тип ландшафта в Атбашинском районе не очень развит. Основным промышленным предприятием является кирпичный завод, расположенный в 6 км от с. Атбашы, работающий на местном сырье.

6. Водохозяйственный тип ландшафтов в основном представлен ирригационными каналами и дренажной сетью, которые распространены в степных и полупустынных ландшафтах. Ирригационные каналы, гидросооружения, дренажная сеть требуют реконструкции и ремонта для улучшения полива и регулирования подземных вод.

7. Из-за слабого развития рекреационные комплексы на ландшафты существенного влияния не оказывают. Для улучшения материального положения местного населения и рационального использования ландшафтов необходимо учесть рекреационные, природные особенности и расположение района вдоль Шелкового пути. Здесь можно развивать культурно-исторический, духовно-религиозный, джайлоо (горный) и экотуризм.

Выводы

1. Атбашы-Каракоюнская долина имеет сложную систему ландшафтов, обусловленную глубоким внутриконтинентальным положением, огромной абсолютной высотой, сложным геолого-геоморфологическим строением, аридностью климата и своеобразием почвенно-растительного покрова.
2. Различная ориентация макросклонов к влагонесущим воздушным массам и их асимметричность являются основной причиной формирования в Атбашы-Каракоюнской долине двух типов структур высотной зональности (гумидный и аридный).
3. Современные природно-территориальные комплексы Атбашы-Каракоюнской долины формируются в результате взаимодействия природных и антропогенных факторов.
4. В связи с непрерывно расширяющимся хозяйственным использованием территории происходят сложные антропогенные модификации природных ландшафтов и формирование новых типов ландшафтов с различной степенью изменения их структуры: сельскохозяйственный, селитебный, лесокультурный, линейно-дорожный и рекреационный.
5. Среди антропогенных комплексов наиболее распространенными являются сельскохозяйственные ландшафты, которые носят зональный характер.
6. В результате интенсивной хозяйственной деятельности с каждым годом все большие площади занимают не только сельскохозяйственные, но и селитебные, дорожно-линейные, водохозяйственные ландшафты. Особенно сильно подвержены антропогенным нагрузкам подгорно-равнинные и предгорные ландшафтные зоны.
7. Атбашы-Каракоюнская долина, обладающая разнообразием природных условий и рекреационных ресурсов, является одним из регионов, где туризм может стать приоритетным направлением в экономике Нарынской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азыкова Э.К. Географические основы рационального использования и охраны горных геосистем Кыргызстана: Автореф. дис. ... доктор геогр. наук. – Бишкек, 1993. – 85 с.
2. Азыкова Э.К., Криницкая Р.Р. Ландшафты Киргизии и задачи их дальнейшего изучения. // Развитие географической науки в Киргизии. – Фрунзе, 1980. – С. 55-61.
3. Атлас Киргизской ССР. – Москва, 1987.
4. Опенлендер И.В. Вертикальная поясность почв Атбашы-Каракоюнской долины и окаймляющих ее горных хребтов. // Известия АН Кирг. ССР. – Т. II. – Вып. I – Фрунзе, 1960.
5. Сквалецкий Е.Н. Основные черты геоморфологии восточной части Атбашинской впадины // Известия АН Кирг. ССР. – Фрунзе, 1959.
6. Тороев А.М. Ландшафты Алайского хребта и их антропогенные модификации // Автореф. дис. ... канд. Геогр. наук – Бишкек, 2003. – 21 с.
7. Цеканов А.С. Растительности высокогорных внутренних долин Тянь-Шаня. – Фрунзе: Изд-во «Илим», 1975. – 185 с.
8. Чупахин В.М. Антропогенные ландшафты и землеустройства – М: Агропромиздат, 1989. – 285 с.
9. Чупахин В.М. Внутренний Тянь-Шань. – Алма-Ата: Изд-во «Гылым», 1959.
10. Чупахин В.М. О таксономических единицах физико-географического районирования Тянь-Шаня на примере характеристики Ат-Башы-Каракоюнского физико-географического района // Труды географ. факультета КирГУ. – Фрунзе, 1959. – С. 85-95.
11. Шихотов В.М. Влияние сроков и кратности выпаса на продуктивность степных пастбищ Ат-Башинского хребта. // Бюллетень научно-технической информации КНИИЖВ. – Фрунзе: Изд-во «Илим», 1975. – 45 с.

Бишкекский Гуманитарный Университет, г. Бишкек

АТБАШЫ-ҚАРАҚОЙЫН АҢҒАРЫНЫҢ ТАБИҒИ ЛАНДШАФТТАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АНТРОПОГЕНДІК ӨЗГЕРУІ

А.К. Қадырқұлов

Мақалада Қырғызстандағы Атбашы-Қарақойын аңғарының табиғи және модификацияланған ландшафттары қарастырылған.

УДК 626.844 : 577.41

**МЕЛИОРАТИВТІ-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗ, СУ
ТАПШЫЛЫҒЫНА БЕЙІМ ТОПЫРАҚ ІШІНЕН СУАРУ ЖҮЙЕСІН
ҚАЗАҚСТАННЫҢ АГРОӨНЕРКӘСІП КЕШЕНІНЕ ЕНГІЗУ**

Техник. ғылымдар. канд. Б.С. Жаманбаев

Жер астынан суару (ТІС) жүйелерінің пайдалануын сараптай келе, автор жаңа адсорбциялық ТІС жүйесін ұсынып, оны ғылыми-тәжірибиелік танапта басқа суармалы әдістермен салыстыра көкөніс өсіріп, экономикалық тиімділіктерін анықтан және оны өндіріске енгізудің тиімділігін дәлелдеп берді.

Жалпы Қазақстан экономикасының, аумақтық-өнеркәсіп кешендерінің, облыстардың, жеке қалалардың дамып-өркендеуі, көп жағдайда, су қорымен қанағатты қамтылуына байланысты.

Қазақстанның территориясында орташа ылғалды жылдары $100,5 \text{ км}^3$ шамасында жер бетінің сулары негізгі өзендер: Сырдария, Іле, Шу, Талас, Ертіс арқылы келіп құйылады [1]. Оның ішінде $56,5 \text{ км}^3$ (56 %) шекаралас мемлекеттер жерінде құралады: Қытайда – $18,9 \text{ км}^3$ (33,5 %); Өзбекстанда – $14,6 \text{ км}^3$ (25,9 %); Ресейде – $7,5 \text{ км}^3$ (13,3 %); Қырғызстанда – $3,0 \text{ км}^3$ (5,3 %).

Қазіргі кезеңде Қазақстанның барлық суармалы жерлерінде су тапшылығы сезілуде, ол су қорының вегетация аралығында қажетті мөлшерде берілмеуінен және су көздерінің ластануынан болып отыр.

Қазақстанның тәуелсіздік алған он жыл ішінде топырақтың екінші қайта тұздану мен сорланудың әсерінен 62 мың гектар суармалы жер қолданыстан шығып кетті. Яғни аталған жерлерден алынбаған пайда 375 млн. АҚШ долларын құрайды [2]. Осы үрдістердің әсерінен суармалы жерлердің көлемі 2,28 млн. гектардан 1,3 млн. гектарға дейін азайды, суармалы ауылшаруашылық өсімдіктерінің орташа өнімділігі 1996...1999 жылдары 1986...1990 жылдармен салыстырғанда 20 пайызға төмендеп кетті. Осы аралықта күріш, жүгері, қант қызылша, көкөніс, картоп және мақта өнімділігі 18,0... 58,0 пайызға кеміді.

Қазақстанда қалыптасқан экономикалық және элементтік-шаруашылық жағдайларына байланысты, ауылшаруашылық саласына бөлінетін су көлемі 1992 жылы 26 км^3 құраған болса, ал 2000 жылы –

15 км³-қа дейін азайып кетті [1]. Қарапайым есептеулер көрсеткендей, осы су көлемімен, ауылшаруашылық өсімдіктердің орташа суару мөлшері 7000 м³/га құрайтын болса, теория жүзінде суармалы егістіктің жалпы аумағы 2 млн. гектар шамасында болу керек еді. Ал, іс жүзінде, Қазақстанның тәуелсіздікке жеткеннен бергі кезеңде, суармалы танаптардың ауданы көрсетілген есептік көрсеткіштен екі есеге дейін азайып кетті. Бұның себебі, алдыңғы қатарлы агротехникаларды, жаңа суару тәсілдерін енгізу нашар жүргізгендіктен, қор-, ылғал үнемдегіш технологияларды жаппай қолданбауынан, ирригациялық және кәріз желілерінің қанағатсыз техникалық жағдайынан, жабдықтардың тозығы жеткендіктен, қымбат қуат көздерімен (электрмен және жанар-жағар майлармен) жұмыс жасайтын, сорғы қондырғыларын пайдаланып, жоғарғы деңгейдегі танаптарға суды беруді уақытша тоқтатқандықтан, су сапасының жылдан-жылға төмендеп, суармалы егістіктің тұздану үрдістерінің өсуінен болып отыр.

Қазақстан ғалымдарының ұйғарымынша, суармалы жерлердің қанағаттандырығысыз жағдайы-гидромелиоративтік жүйелердің техникалық деңгейінің төмендігінен, оны пайдаланудың нашарлығынан, нарық бағаларының тұрақсызданбауынан, мемлекет тарапынан қаржыландырулардың төмендеуінен, сонымен қатар егіс танаптарына тыңайтқыштар беру төмендеп кеткендіктен туындайды.

Суармалы егіншілікте қалыптасқан шаруашылық – экономикалық тығырықтан шығудың жолы – суару жүйелерінің желілерін қайта жаңғыртып, экологиялық мелиоративті қауіпсіз, қуатты-, қорды-, ылғалды үнемдейтін және топырақ қорғайтын технологиялық тәсілдерді кең көлемде енгізіп, пайдалану. Осындай талаптарға жауап беретін тәсілдердің бірі–топырақ ішінде орналасқан құбырлар арқылы ауылшаруашылық дақылдарының тамырлары орналасқан қабатты қажетті мөлшерде, тапшылықсыз капиллярлы ылғалмен қамтамасыз ету.

Нарықтық экономикаға көшкен соңғы он жылдықта қуат көздері (электр қуаты, жанар-жағар майлар), ауылшаруашылық өсімдіктерінің тұқымы, минералды тыңайтқыштар, гербицидтер, ауылшаруашылық техникалары өте жылдам қымбаттап, суды ақылы пайдалануға көшуге байланысты, егістік алқаптарындағы суару жүйелерінің, суды пайдалану коэффициенті төмендеп, суармалы егіншіліктің экономикалық тиімділігі түсіп кетті. Осыған байланысты өсімдіктердің биологиялық талаптарын толығымен қанағаттандыратын, есепті топырақ қабатында үйлесімді су

тәртібін жасап, гравитациялық сулардың пайда болуына жол бермейтін, өнімсіз инфильтрациялық су шығындарын болдыртпайтын, суды таратудың жаңа тәсілдеріне іздеу жүргізілді. Мұндай тәсілдерде суландырудың барлық участкесіне суды біркелкі, тапшылықсыз, аз мөлшерде, үздіксіз тарататын тамшылатып суару және топырақ ішінен суландыру (ТІС) жүйелері жатады [3]. Біздің білетініміз, тамшылатып суару тәсілінде құбырлар жүйесі түгелімен танаптың бетінде ашық түрде орналасып, агротехникалық жұмыстар жүргізгенде белгілі бір қиыншылықтар туғызады. Бұл жерде әртүрлі деңгейдегі құбырлар жүйелерін суару кезеңі басталар алдында егістік бетіне орналастырып, іске қосады, ал суару кезеңі аяқталысымен оларды қайтадан жинап алып, арнайы қоймаларда келесі суару кезеңіне дейін сақтап қойылады. Бұл қосымша уақытты және адамдар мен техникалар күштерін қажет етеді.

Біз алдағы жерде танап бетінде шығып тұратын элементтері болмайтын, ал суармалы құбырлардың бүкіл желісі жер бетінен 0,4...0,65 м тереңдікте, тұрақты түрде орналасатын ТІС жүйелерін қарастырамыз. ТІС бірнеше әдістерден тұрады [3, 4, 5, 6]: ылғалдағыш – құбырлар көмегімен, көртышқан тәріздес кәрізбен, машиналық тәсіл және жер асты суларының деңгейін реттеу арқылы. Келтірілген әдістердің ішіндегі ең көп таралғаны және болашағы зоры-топырақ ішінен ылғалдағыш-құбырлар арқылы суландыру және жер асты суларының деңгейін реттеу амалдары болып табылады.

ТІС жұмысшы қысымы бойынша келесі түрлерге бөлінеді [3, 7]:

- 1) қысымсыз (өздігінен ағатын),
- 2) төменгі қысымды (1...1,5 м),
- 3) қысымды 2 м–ден көбірек,
- 4) адсорбциялық (вакуумды).

Іс жүзінде суармалы егістікте екінші және үшінші түрлері қолданылады, ал бірінші және соңғы түрлері ғылыми-өндірістік тексерулерден өтуде. Олар болашақта үлкен қолданысқа ие болады деген үміттеміз, себебі қысым жасайтын сорғы қондырғыларын пайдаланбастан, танаптың табиғи енкіштігінің әсерінен суармалы су, участкеге өздігінен ағып келеді.

Қолымыздағы ақпараттардан белгілі болғаны, Қазақстанда осы уақытқа дейін ТІС тәсілінің негізінде өндірістік тәжірибелер мен зертханалық ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілмегені анықталды. Осы олқылықтарды толтыру үшін Су шаруашылығы ғылыми-зерттеу

институты (СШҒЗИ) көп жылдар бойы, әсіресе Қазақстанның оңтүстік өңірлеріндегі суармалы егістіктерге қажетті, (салыстырмалы түрдегі) ластанбаған таза тұщы сулардың тапшылығының жылдан-жылға өсіп келе жатқанын ескеріп, ирригациялық экожүйелерінің техникалық жағдайын көріп-біле, басқа елдердің тәжірибесін ескеріп, жаңа гидромелиоративтік жүйелерге қойылатын талаптарды негізге алып, өсімдіктердің суға деген қажеттілігін толығымен қанағаттандыру үшін, суды бүкіл танап бойына тармақты жүйелермен біркелкі бөліп, аз мөлшерде үздіксіз, тапшылықсыз, белгілі уақыт аралығында беру үрдістерінің жаңа тәсілдерін қарастырдық. Осы талаптарға сай келетін тәсілдің бірі – ТІС.

Ізденістердің арқасында Туысқан мемлекеттер достастық (ТМД) және шет елдерде қолданылатын ТІС жүйесін сол күйінде көшіріп ала салмай, жаңа қуат-, қор-, ылғал үнемдейтін, адсорбциялы жүйенің конструкциясын ұсындық [3, 7]. Бұл тәсіл су мен қоректік заттарды топырақ ішінде орналасқан арнайы саңлауы бар ылғалдандырғыш құбырлармен, өсімдіктердің тамырлары тараған қабатты қажетті мөлшерде, үздіксіз қамтамасыз етіп, автоматты түрде суармалы егістіктің экологиялық-мелиоративтік қауіпсіздігін, көп жылдар бойы қамтамасыз етеді.

Ақпараттардан белгілі болғаны, қазіргі қолданыстағы ТІС тәсілдерінде, суармалы суды танапқа сорғының көмегімен (электрқуатты немесе жанар-жағар майларды тұтыну арқылы) әр кезең сайын (10...20 күн сайын бір рет) беріліп тұрады, яғни есепті топырақ қабатындағы ылғал мөлшерінің деңгейі 70...75 %-ға түскенде, оның капиллярлы қаныққан ылғалдылығының мәні 100 %-ға көтерілгенше (3...24 сағат аралығында), бір гектарға шаққанда – 800...1500 текше метр көлемінде беріледі. Келесі суару мерзімі, есепті топырақ қабатының ылғалдылығы 70...75 %-ға жақындағанда, қайтадан жүргізіледі. Осылайша, суармалы егістікке вегетация кезеңінде 3...11 мәрте су берілуі мүмкін. Осы қолданыстағы ТІС әдісін пайдаланып, суармалы егістікте суды сорғының көмегімен берілсе, нарықтық экономика жағдайында өндірілген ауылшаруашылық өнімінің өзіндік құнының ұлғаюына алып келеді. Сол себептен, қуат көздерінің қымбаттылығын және суармалы суларды ақылы төлем негізінде жіберілетінін ескере отырып, ұсынылып отырған ТІС жүйесінде, суармалы сулар үлгілік учаскелерге танаптың еңкіштігінің әсерінен өзінше сақтаушы ыдысқа дейін ағып келіп, ары қарай құбырлар арқылы топырақтың есепті қабатына үздіксіз, қажетті мөлшерде сумен қоса құнарлы қоректік элементтер де тапшылықсыз, топырақтың сору күшінің әсерінен үздіксіз

қамтамасыз етіліп, өсімдіктердің биологиялық қажеттілігін толығымен қанағаттандырып отырады.

Ұсынылып отырған ТІС жүйесіндегі біздің ноу-хау-дың мәні мынада: топырақтың капиллярлы ылғалдылығының мөлшері 60 %-дан 100 %-ға өзгергенде, ондағы жаңғырғыш табиғи күштерінің мәндік көрсеткіші -2...-0,3 м аралығында өзгереді [6], міне, сол сору күштердің көмегімен есепті топырақ қабатын автоматты түрде, жер бетінен 0,4...0,65 м тереңдікте орналасатын ылғалдағыш құбырлар арқылы, үздіксіз, қажетті деңгейде ылғалмен, яғни өсімдіктердің бойларынан (белгілі уақыт аралығында) фотосинтезге жұмсалынған су мөлшеріне пара-пар сумен, тапшылықсыз қамтамасыз етіліп отырылады.

Ұсынып отырған, өздігінен ағатын, топырақ ішінен суаратын адсорбциялы жүйенің жаңалығы алдын ала патентпен қорғалып [7], жаңа гидромелиоративтік жүйелерді салу мен қайта жаңғырту ұсыныстарын ескеріп, төмендегідей ерекшеліктерімен сипатталады:

- танапқа су, сорғысыз өздігінен үздіксіз ағып келіп, су тазалағыш сүзгі қондырғыларды қажетсінбейді;
- танапты суаруға өзен, артезиан және әртүрлі қалқымасы бар (құнарлы қоректік элементтері бар) малдардың шайынды суларын пайдалануға болады;
- вегетация кезеңінде танаптың су режимін қажетті деңгейде автоматты түрде қалыптастырып, онымен қатар тұз, ауа, жылу, қоректік заттары да қоса реттелінеді;
- суды танапқа жеткізу, суару үрдістерін жүргізу, тыңайтқыштарды, гербицидтерді шашу және топырақты өңдеуге кететін еңбек шығындары, қолданыстағы жүйелермен салыстырғанда шамамен 70 пайызға дейін кемиді;
- вегетация кезеңінде танапқа суды топырақ ішінен беріп, есепті қабаттағы капиллярлы ылғалдылықты, салыстырмалы жоғары деңгейде автоматты түрде ұстап тұруынан, топырақтың екінші рет тұздануына жол берілмейді;
- су топырақ ішінен капиллярлы түрде берілуінен, есепті қабаттан төмен ығысатын өнімсіз су шығындары 50...80 пайызға азайып, онымен қоса қоректік заттардың шайылу шығындары кеміп, оларды тиімді пайдалануының әсерінен, өсіріліп отырған ауылшаруашылық дақылдардың өнімділігі 1,5...2,0 есеге дейін өседі.

Адсорбциялы ТІС жүйесінде пайдаланатын пластикалық құбырлардың гидравликалық есептеулері, ауыспалы егіншіліктегі ауылшаруашылық дақылдарының ішіндегі жетекшісінің тұтынатын су мөлшерінің ең жоғарғы мәні бойынша жүргізіледі, бұл ауыспалы егіншілікке қатысатын айналымдағы барлық өсімдіктерді көп жылдар бойы ылғалмен, қажетті мөлшерде, тапшылықсыз қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Адсорбциялы, суды үздіксіз, аз мөлшерде, сорғысыз беретін ТІС жүйесінің тәжірибелік үлгісі Қазақстанда немесе ТМД елдерінде де әлі жан-жақты зерттеулерден өткізілмеген.

Жоғарыда айтылғандардан түйетініміз, адсорбциялы ТІС жүйесін қолданысқа енгізу, жылдан-жылға, тұщы сулар қорының жетіспеушілігінің артып келе жатқанында және нарықтық-экономикалық қатынастарға көшкен жағдайда өте маңызды іс-шара болып табылады. Сол себептен адсорбциялық ТІС жүйесінде көкөніс дақылдарын өсіру арқылы СШҒЗИ-ның ғылыми-өндірістік учаскесінде (ҒӨУ) сынақтан өткізіп, өндіріске енгізу амалдарын қарастырдық. Жаңа ТІС артықшылығын жан-жақты анықтау үшін оны қолданыстағы суару тәсілдерімен және технологияларымен салыстыра жүргіздік. Тәжірибелер қойылған танаптың топырағы сұршаң, орташа сазды, аз қабатты, яғни 0,5...0,6 м тереңдіктен бастап, 3 см-ден 15 см-ге дейінгі көлемдік қиыршық тастары бар саздан тұрады.

Алдымызға қойылған мақсаттарды шешу барысында, алғашқы рет Қазақстан жағдайында, ТІС жүйесінің құрылысын жүргізу тәжірибесі жинақталып, оны пайдаланудың ғылыми-өндірістік нәтижелері алынды.

СШҒЗИ-ның ҒӨУ-ғы топырақтың ылғалдылық-физикалық қасиеттері бойынша және құрылымы жағынан Жамбыл облысының суармалы танаптарына, ал нақтырақ айтқанда Жамбыл және Байзақ аудандарының жерлеріне ұқсас. Танаптық эксперименттік сынақтар, жалпыға белгілі әдістемелер бойынша жүргізілді.

СШҒЗИ-ның танабында шағын ҒӨУ-ді төмендегідей әртүрлі суару тәсілдері және технологиялары бойынша орналастырдық:

1-ші нұсқа. Жаңа адсорбциялық ТІС жүйесі, су өздігінен (0,25...0,3 м-лі арынмен), танап еңкіштігін пайдаланып, үздіксіз ағып келіп, 0,4...0,65 м-лі тереңдікте орналасқан ылғалдағыштар арқылы автоматты түрде, тапшылықсыз қамтамасыз етіліп отырды. Ылғалдағыш құбырлардың диаметрі – 13 мм, олардың ара қашықтығы – 1,5 м, еңкіштігі – 0,0025...0,0003. Ылғалдағыштар бойында әр 0,25 м сайын жұмысшы

аймақ орналасып, оның саңлауларының саны төртеуді құрап, 90 градус бойынша орналасып, әр қайсысының диаметрі—6 мм тең болды. Жұмысшы аймақтар төрт қабатты жасанды шиша талшықты сақтағыш-сүзгі маталармен қапталды. Есептік танап ауданы $15 \times 3,2 \text{ м} = 48 \text{ м}^2$.

2—ші нұсқа. Дәстүрлі ТІС жүйесі, суды төменгі арынмен (1,0...1,2 м) әр кезең сайын, 0,4...0,65 м тереңдікте орналасқан пластикалық ($d = 25 \text{ мм}$) ылғалдағыштармен, оның айналасында орналасқан майда құмдардан құрылған (0,26 м \times 0,15 м) төсенгіштер арқылы беріліп тұрды. Ылғалдағыштар бойында әр 0,25 м сайын жұмысшы аймақ орналасып, оның саңлауларының саны төртеуге жетіп, 90 градус сайын орналасып, әр қайсысының диаметрі 6 мм тең болды. Жұмысшы аймақтар төрт қабатты жасанды шиша талшықты сақтағыш-сүзгі маталармен қапталды. Есептік танап ауданы $15 \text{ м} \times 3,2 \text{ м} = 48 \text{ м}^2$.

3—ші нұсқа. Дәстүрлі емес, құбырсыз, ТІС жүйесі, суды төменгі арынмен (1,0...1,2 м) әр кезең сайын, 0,4...0,65 м—де орналасқан орташа құмдардан құрылған (0,26 м \times 0,15 м) төсенгіштер арқылы беріліп тұрды. Есептік танап ауданы $15 \text{ м} \times 3,2 \text{ м} = 48 \text{ м}^2$.

4—ші нұсқа. Майда-тамшылы жаңбырлатып суару жүйесі, суды арынмен (15...20 м—лі қысымды) сорғымен электр қуатын пайдаланып, әр кезең сайын таратқыш ($d = 13 \text{ мм}$) және тік тіреулі пластикалық құбырлар арқылы берілді. Құбырдың жалпы ұзындығы 30 м, майда-тамшылы жаңбырлатып шашқыш қондырғының ара қашықтықтары 2 м. Есептік танап ауданы $25 \text{ м} \times 2 \text{ м} = 50 \text{ м}^2$.

5—ші нұсқа. Жер бетімен суару жүйесі, суды бір жүйекке беріп, екіншісіне бермеу арқылы әр кезең сайын жүргізілді. Жүйектердің ара қашықтықтары 0,7 м, ал ұзындығы 30 м, еңкіштігі 0,0025...0,003 құрады. Есептік танап ауданы $30 \text{ м} \times 2,8 \text{ м} = 84 \text{ м}^2$.

6—ші нұсқа (бақылаушы). Жер бетімен суару жүйесі, суды жүйекпен әр кезең сайын беріліп тұрды. Жүйектердің ара қашықтықтары 0,7 м, ал ұзындығы 30 м, еңкіштігі 0,0025...0,003 құрады. Есептік танап ауданы $30 \text{ м} \times 2,8 \text{ м} = 84 \text{ м}^2$.

Барлық танаптық нұсқаларға бірдей мөлшерде, бір гектарға шаққанда 300 кг, минералды тыңайтқыш (аммиак селитрасы) берілді.

Топырақтың су режимдерінің қалыптасу заңдылықтарын зерттеу үшін барлық танаптық нұсқаларда суару нормаларын, бос сулардың төменгі қабаттарға сіңетін шығындарының мөлшерін, танаптан аластандыратын қалдық су шығындарын және есепті қабаттағы ылғал

қорларының өзгеруін анықтап отырдық. Балансқа қатысты элементтерді анықтау үшін көпшілікке белгілі әдістемелер қолданылды.

1 кестеден белгілі болғандай, ең аз суару нормасы 3600 м³/га, 1-ші нұсқада – үздіксіз, тапшылықсыз, аз мөлшерде, тек өсімдік тамырлары дамыған қабатқа берілетін адсорбциялы ТПС жүйесінде қалыптасты. Бұл жүйеде су топырақ астынан капиллярлы түрде берілгендіктен, төменгі қабаттарға ығысатын гравитациялық ылғалдар шығындарына жол берілмеді. Вегетация кезеңінде жоғарғы 0...20 см топырақ қабаты ауалы–күрғақ жағдайда болғандықтан, ол қабаттан булануға жұмсалынатын ылғал шығындары өте төменгі деңгейге дейін азайып, есепті 20...60 см – қабаттағы ылғал қоры, көпшілігінде өсіріліп отырған өсімдіктер бойынан транспирацияға (клетка құруға) жұмысалынып, төменгі және жоғарғы қабаттарға шығындалынатын ылғалдар мөлшері өте аз деңгейге дейін азайып, өнімсіз ысыраптарға шектеулер қойылды. Вегетация бойынша есепті (20...60 см) топырақ қабатының ылғалдығы, еш нәрсенің қатысуынсыз, жаңғырғыш капиллярлы сору күштердің әсерінен, автоматты түрде, суармалы судың жүріп өткен жолына (ылғалдағыш құбырдан, топырақ қабатына дейінгі аралықта) жұмсалынған арын шығынын қоса есептегенде (тары дәліз) аралығында 73...90 % қалыптасты. Бұл жағдайда оператор-сушының жұмысы–сақтағыш ыдыстың ішіндегі су, бөлгіш құбырдың ернеуінен бірқалыпты жоғары деңгейде ұстап тұруын қадағалап, сырт жақтың ауаларының, жер асты құбырлар жүйесіне енбеуіне барлық жағдай жасау керек.

Дәстүрлі (2–ші нұсқа) және дәстүрлі емес (3–ші нұсқа) ТПС жүйелерімен суару үрдістерін жүргізгенде, танап бетінде су қабаты пайда болмайды, жер астында орналасқан саңлауы бар құбырлар немесе қорғағыш–сүзгі құмдардан құралған төсенгіштер арқылы 0,4...0,65 м тереңдіктен, су кезең сайын беріліп тұрды. Сол себептен вегетация кезеңінде суару нормалары рет бойынша 4500 және 5510 м³/га құрап, майда–тамшылы жаңбырлатып (4–ші нұсқа) суаруға қарағанда 1,97 және 1,88 есе аз, ал жер бетімен жүйекпен (6–ші нұсқа) суарғанға қарағанда 1,8 және 1,54 мәрте кем жұмсалынды. Қырыққабаттың орташа өнімділігі 10 т/ц көп болды.

Жер бетімен (6–ші нұсқа) және майда–тамшылы жаңбырлату (4–ші нұсқа) тәсілінде, суару мөлшерлері 8500 және 8880 м³/га құрады, бұл адсорбциялы ТПС жүйесімен салыстырғанда 4900 және 5280 м³/га көп, ал өнімділігі 20 және 15 т/га кем болды.

Танап нұсқаларында әр түрлі суару тәсілдерін және технологияларын қолданғандағы суару тәртіптері, қырыққабаттың (көкөністің) салыстырмалы өнімділіктері (СШҒЗИ ҒӨУ)

Тәжірибелік нұсқалар және әр түрлі суару тәсілдері	Суару саны	Суару мөлшері (СМ), м ³ /га	Өнімділік, т/га	Өнімділік құруға кеткен су үлесі, м ³ /т	Көбеуі +, азайуы – СМ, бақылаушы нұсқадан, м ³ /га	Өнімнің көбеуі +, азайуы –, бақылаушы нұсқадан, т/га
1. Жаңа адсорбциялы ТІС жүйе, су өздігінен, ағып келіп үздіксіз берілді	24 м ³ /тәу- лік/га	3600	80	45,0	- 4900	+ 20
2. Дәстүрлі ТІС жүйе, су әр кезең сайын ылғалдағыштар мен майда құмдық төсенгіш арқылы берілді	8	4500	60	75,0	- 4000	± 0
3. Дәстүрлі емес ТІС жүйе, су әр кезең сайын орташа құмдық төсенгіш арқылы берілді	8	5510	57	96,7	- 2990	- 3
4. Майда–тамшылы жаңбырлатып суару, суды әр кезең сайын сорғы мен шашқыштар арқылы жеткізу	13	8880	65	136,6	+ 380	+ 5
5. Жер бетімен суару жүйесі, суды бір жүйекке беріп, екіншіне бермей әр кезең сайын жүргізу	7	6500	55	114,5	- 2200	- 5
6. Жер бетімен суару (бақылаушы), суды жүйекпен әр кезең сайын беру	10	8500	60	141,7	-	-

Жоғарыдағы келтірілген мәліметтерден түйгеніміз, адсорбциялы ТІС тәсілінде суармалы суды үздіксіз, аз мөлшерде капиллярлы ылғал түрінде бергендіктен, вегетация кезеңінде, есепті топырақ қабатының ылғалдығы күрт өзгерістерге ұшырамай, өсімдіктер қанағатты деңгейде сумен

қамтамасыз етіліп, өнімсіз су шығындарына жол берілмей, олармен бірге коректік заттардың төменгі қабаттарға ығысып, жоғалуына шек қойылған.

Майда–тамшылы жаңбырлатуда (4–ші нұсқа), суару мөлшері 8880 м³/га құрап, жер бетімен жүйек арқылы (6500 м³/га) және бір жүйекке беріп, екіншісіне бермей суаруға қарағанда жоғары (8500 м³/га). Бұны былайша түсіндіруге болады. Танапқа вегетация бойынша майда–тамшылы жаңбырлатып берген судың 20...30 % жер бетіне жетпестен желмен және ыстық ауа райының әсерінен буланып, алыстатылып әкетілінді. Сол себептен майда–тамшылы жаңбырлатуды көбінде желсіз күндері және түнгі уақыттарда жүргізген дұрыс. Бұл кездерде өнімсіз шығындардың мөлшері ең төменгі деңгейге дейін азаяды.

Жер бетімен жүйекпен (8500 м³/га) және майда–тамшылы жаңбырлатып суаруда (8800 м³/га) суару мөлшерінің жоғары болуының себебі, СШҒЗИ ҒӨУ–сі көп жылдар бойы (15 жылдан аса) игерілмей жатқандықтан, ауа алмасу қабаттарының ылғалдылығы, өте төменгі деңгейге дейін құрғап кеткен, сондықтан берілген сулардың біраз бөлігі төменгі қабаттардың ылғалдылығын жоғарғы деңгейге көтеруге жұмсалынды. Сол себептен де, есепті топырақ қабатының ылғалдылық деңгейі вегетация кезеңінде (кең дәліз) аралығында 70...120 % өзгеріп, ылғал қорларының топырақ бетінен өнімсіз булану мен төменгі қабаттарға сіңіп кету шығындарының өсуіне жол берілді.

Бір жүйекке беріп, екіншісіне бермей суарғанда, суару мөлшері 6500 м³/га құрап, оның сандық мәні жүйекпен суарумен (бақылаушы нұсқамен) салыстырғанда 2000 текше метрге кем болып, өнімділігі 10 % төмендеді. Осы суару технологиясында, су үнемді пайдаланып, сушылардың еңбек өнімділіктері артып, суармалы танап бетімен (құрғақ жүйектермен) қозғалу жылдамдығы артып, жүйек аралық арам шөптердің өніп–өсулеріне шектеулер қойылды. Бұл жағдайда, топырақтың суарудан кейінгі кезде, оның толық құрғап–пісуін күтпестен, ауылшаруашылық техникаларды пайдаланып, құрғақ жүйектермен жүру арқылы, керекті агротехникалық жұмыстарды уақытында жүргізуге мүмкіндіктер туды. Осы әдісті көп жағдайда, қуаңшылық жылдары және суармалы судың көлемі шектеулі жағдайда қолданған дұрыс.

Ғылыми–өндірістік зерттеулердің нәтижесінде, әртүрлі суару тәсілдері мен технологиялары негізінде өсірілген, қырыққабаттың экономикалық тиімділіктері анықталды (2 кесте). Экономикалық есептер көрсеткендей, ең жоғарғы таза пайда мөлшері 1103800 теңге/га (2 кесте, 6

бағана) адсорбциялық ТІС жүйесінде (1–нұсқада) құрылып, жалпы құрылысқа кеткен күрделі қаржы көлемі 2387730 теңге/га жетіп, бұл қаржы 2...3 жылдар ішінде өтелініп, әрі қарай ТІС жүйесі тек таза пайда әкелуге қызмет жасайды.

2 Кесте

Қырыққабат (көкөніс) өсіруде әртүрлі суару тәсілдерін және технологияларын қолданғандағы салыстырмалы экономикалық тиімділіктері

Тәжірибелік нұсқалар және әр түрлі суару\тәсілдері	Суару мөлшері, м ³ /га	Өнімділік, т/га	Өнімді өткізуден алынған пайда, мың теңге/га	Өнімді өсіруге кеткен шығындар, мың теңге/га	Таза пайда, мың теңге/га
1	2	3	4	5	6
Жаңа адсорбциялы ТІС жүйе, су өздігінен, ағып келіп үздіксіз берілді	3600	80	1760	656,2	1103,8
Дәстүрлі ТІС жүйе, су әр кезең сайын ылғалдағыштар мен майда құмдық төсенгіш арқылы берілді	4500	60	1320	656,4	663,6
Дәстүрлі емес ТІС жүйе, су әр кезең сайын орташа құмдық төсенгіш арқылы берілді	5510	57	1254	679,6	574,5
Майда-тамшылы жаңбырлатып суару, суды әр кезең сайын сорғы мен шашқыштар арқылы жеткізу	8880	65	1430	710,7	719,3
Жер бетімен суару жүйесі, суды бір жүйекке беріп, екіншіге бермей әр кезең сайын жүргізу	6500	55	1210	686,1	523,9
Жер бетімен суару (бақылаушы), суды жүйекпен әр кезең сайын беру	8500	60	1320	686,5	633,5

1–нұсқадағы (2 кесте, 5 бағана) қырыққабатты өсіруге жұмсалған шығындар жиынтығы сол жердегі топырақты ауа-райы жағдайында қалыптасқан агротехникалық жұмыстардан тұрады. Келтірілген деректерден көрінгендей (2 кесте, 5 бағана), қырыққабатты адсорбциялы, тапшылықсыз, үздіксіз суару ТІС жүйесінде өсіргенде, оған кеткен жалпы шығындардың мөлшері ең төменгі мәнді (656200 теңге/га) құрады, себебі топырақтың жүйек арасын қопсытулар саны азайып, тыңайтқыштарды шашу және арам шөптерді дәрілеу (сумен қоса берілгендіктен) жұмыстары барынша кеміп,

суды танапқа жеткізуге және бөлуге кететін шығындар төмендеді. Сол себептен де осы нұсқада, өндірілген бірлік өнімнің өзіндік құны төменгі мәнді – 820 теңге/га құрады. Дәстүрлі, суды кезеңмен берілетін (1...1,2 м) ТІС жүйесінде (2–ші нұсқа) шығын көлемі сол деңгейде қалып (656400 теңге/га), оның есесіне суару мөлшері, адсорбциялы ТІС–мен салыстырғанда 1,25 есе өсті. Бұл суды есепті қабатқа арынмен беріп, оның ылғалдылығы вегетация кезеңінде үлкен дәліз аралығында 70...120 % өзгеріп, бос сулар пайда боуынан, төменгі қабаттарға кететін су шығындарының көбейуіне алып келді. Осы себептен қырыққабаттың өнімділігі төмен болып (60 тн/га), 1–ші нұсқамен салыстырғанда шығын көлемі 679550 теңге/га құрап, таза пайда төмендеу болып (663600 теңге/га), өнімнің өзіндік құны 1,33 есе көбейіп, мәндік саны 1094 теңге/ц жетті. Дәстүрлі емес (3–нұсқа) ТІС–да суды орта құмды төсенгіш арқылы арынмен, кезең бойынша бергендіктен, су мөлшері 5510 м³/га жетіп, оны 2–ші нұсқамен салыстырғанда 1010 текше метрге көп болды. Шығындар көлемі 1–ші және 2–ші нұсқалардікінен асып, 679550 теңге/га жетіп, пайда мөлшері 574450 теңге/га дейін төмендеп кетті.

Майда–тамшылы жаңбырлатып (4–нұсқа), кезеңмен, сорғының көмегімен электр энергияны пайдаланып суаруда, шығындар ұлғайып (710670 теңге/га), ал пайда мөлшері 1–ші нұсқамен салыстырғанда екінші орынды алып тұр.

Ең төменгі пайда мөлшері 523880 теңге/га бір жүйекке беріп, екіншісіне бермей суарғанда (5–нұсқа) қалыптасып, бақылаушы 6 – нұсқадағы бұл көрсеткіштің мәні 633505 теңге/га дейін өсіп кетті.

Саралау мен өндірістік енгізу нәтижелері көрсеткендей, ТІС жүйелерін қолданғанда, қолданыстағы тәсілдермен салыстырғанда, суару мөлшері екі есеге дейін аз жұмысалынып, өнімділік көрсеткіші 20 %-ға артты, сол себептен де келешекте Қазақстан жағдайында ТІС жүйесінің әртүрлі технологияларын өндіріске енгізуді жалғастырып, оның суармалы егістіктегі көлемін ұлғайту қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рябцев А.Д. и др. Водные ресурсы Казахстана: проблемы и перспективы использования // Гидрометеорология и экология. – 2002, №1. – С. 51-73.
2. Усманов С.У. Научно-инновационные основы развития производства растениеводства Республики Казахстан // Инновационная политика РК:

- Перспективы развития и проблемы, Коммерциализация научных разработок: г. Шымкент. 21-22 ноября 2006 г. С. 1-5.
3. Джаманбаев Б.С. Энергоресурсовосберегающая и почвозащитная внутрипочвенная оросительная система // Водное хозяйство России.– 2007. – №3. – С. 33-44.
 4. Скобельцин Ю.А., Гумбаров А.Д., Дубинин С.А. Внутрипочвенное орошение сельскохозяйственных культур. – Краснодар: КСХИ, 1988. – 98 с.
 5. Изучение внутрипочвенного орошения природными сточными водами и животноводческими стоками / Под общ. ред. Д.П. Гостищева, – М.: ВАСХНИЛ. – 134 с.
 6. Хамраев Н.Р. Опыт строительства систем внутрипочвенного орошения. – М.: Колос. – 71 с.
 7. Предварительный патент № 16877. Адсорбционная внутрипочвенная оросительная система / Джаманбаев Б.С. – Заявка №2003/1405.1.
 8. Муромцев Н.А. Мелиоративная гидрофизика почв. Методы исследования, гидрофизические закономерности, регулирование водного режима почв и растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 271 с.

Су шаруашылығы-ғылыми зерттеу институты, «СШҒЗИ», Тараз қ.

АДАПТАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СИСТЕМЫ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Канд. техн. наук Б.С. Жаманбаев

На основе анализа использования внутрипочвенного орошения (ВПО) автором предложено новое адсорбционное ВПО, которое испытывали на научно-производственном участке вместе с существующими способами поливов при выращивании овощей. Выявлена его экономическая эффективность внедрения в производственных условиях.

УДК 628.4

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАРАСАЙСКОГО ПОЛИГОНА
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (АЛМАТИНСКАЯ
ОБЛАСТЬ)**

Канд. техн. наук Ж.М. Жаппарова

В статье дана оценка состояния полигона захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) Карасайского района на основе анализа морфологического состава, качественного и количественного состояния фильтрационных вод. Карасайский полигон ТБО находится в переходном состоянии от ацетоногеза к стадии активного метаногенеза.

Среди результатов хозяйственной деятельности человека весьма объемным по количеству и в то же время слабоизученным и разработанным является управление отходами производства и потребления. Для улучшения системы управления отходами необходимо изучение состояния полигона захоронения ТБО. В этой связи анализ фильтрационных вод полигона является весьма информативным материалом. Также изучение фильтрационных сточных вод полигонов ТБО в настоящее время приобретает особую актуальность в связи с накоплением фильтрата на действующих и строящихся инженерных полигонах ТБО. Целью данного исследования явилось изучение состояния Карасайского полигона ТБО (Алматинская область) на основании анализа фильтрационных вод.

По морфологическому и химическому составу все отходы подразделяются на следующие виды:

- биodeградируемые, к которым относятся пищевые, садово-парковые отходы, бумага, древесина, некоторые виды текстиля, составляющие в среднем 60...80 % от массы ТБО;
- отходы, подвергающиеся химической деструкции – черные и цветные металлы, пластмассы;
- балластные – камни, стекло, строительные материалы.

Современный морфологический состав твердых бытовых отходов для Алматы и Донецка представлен в таблице [4].

Средний компонентный состав полигонов ТБО городов Алматы и Донецка

Компонент	Масса, %	
	Алматы	Донецк
Пищевые отходы	32,5	26
Бумажные отходы	27,6	14
Дерево, ветки, листья	1,2	10
Металл	2,9	4
Текстиль	2,4	3
Стекло	4,3	9
Пластмасса, кожа, резина	9,0	11
Прочие	20,1	23

Как видно из приведенной таблицы, морфологический состав ТБО изучаемого полигона имеет близкий состав с полигоном г. Донецка.

Из фракции биodeградируемых, в зависимости от скорости и полноты разложения, выделяются три основные группы: быстро разлагаемые – пищевые отходы, трава, листья; средне разлагаемые – целлофан, принтерная и лощенная бумага, офисная и журнальная бумага, бумажная посуда, садово-парковые отходы; медленно разлагаемые – гофрированный картон, газеты, древесина.

Значительную долю в морфологии полигона составляют пищевые отходы и макулатура. На основании анализа морфологического состояния Карасайского полигона ТБО можно сделать вывод о том, что отходы исследуемого полигона представлены биodeградируемыми и балластными видами. Биodeградируемые виды представлены быстро и средне разлагаемыми фракциями. Осадки, а также жаркое лето способствует интенсивному растворению содержимого полигона ТБО и переходу загрязняющих веществ в водную фазу. По классификации Liendel Chang было выявлено, что Карасайский полигон имеет перенасыщенное тело, сопровождаемое интенсивным образованием больших объемов сточных вод [10].

Основными факторами, влияющими на химический и микробиологический состав фильтративных вод полигонов ТБО, являются морфология твердых бытовых отходов, условия складирования, предварительная сортировка и обработка, этап жизненного цикла полигона. В толще ТБО, складированных на полигоне, под воздействием совокупности анаэробной микрофлоры и почвенных бактерий протекают многостадийные процессы распада органических составляющих – биоконверсия органических ве-

ществ. Бытовые твердые отходы содержат большое количество разнообразных органических веществ. Загрязнение органикой и рН фильтрата в значительной степени зависит от возраста и степени биологического разложения отходов [5].

На стадии активной эксплуатации полигона (10...30 лет) можно выделить следующие фазы биодеструкции ТБО: аэробная; анаэробная – гидролиз; ацетоногез; метаногенез. Стабилизация биохимических процессов начинается после 30...40 лет с начала депонирования отходов и обычно совпадает с рекультивационным этапом жизненного цикла полигона.

В аэробной фазе (рН = 6,5...7,2) (на глубине до 50...80 см), длящейся несколько месяцев, протекает гидролиз и окисление пищевых отходов. Большинство металлов подвергаются коррозии с кислородной деполляризацией. Кислоты, образующиеся при окислении органических соединений, способствуют растворению металлов и переходу их в фильтрат.

В основе биохимического процесса анаэробного разложения твердых бытовых отходов, аналогично анаэробным процессам, протекающим в природе, сбрасывании осадков и сточных вод, лежит способность сообществ микроорганизмов в ходе своей жизнедеятельности окислять органические вещества. Биохимия и микробиология анаэробных процессов значительно сложнее, чем в аэробных процессах. Это является результатом разнообразия путей обмена, доступных для анаэробного сообщества микроорганизмов.

В ацетогенной, или кислой фазе (рН = 4,5...6,5), продолжающейся годы, происходит дальнейший распад биомассы отходов, основными продуктами которого являются уксусная и пропионовая кислоты, углекислый газ и вода, приводящие к значительному снижению величины рН и ускорению процессов деструкции, гидролиза древесины, целлюлозы, некоторых видов пластмасс, синтетических волокон. В кислой среде активные металлы (цинк, железо, никель, хром, кадмий и др.) способны окисляться ионами водорода. Однако подвижность металлов и переход их в фильтрат будет зависеть не только от их восстановительной способности, но и от возможности образовывать комплексные соединения и труднорастворимые соли [1]. На этой стадии возможно протекание реакций комплексообразования ионов металлов с гуминовыми кислотами и фульвокислотами, большинство из которых представляют коллоидные системы, а также осаждения в виде карбонатов, фосфатов. Ионы металлов могут образовывать устойчивые комплексные соединения с органическими соединениями, а

также осаждаются в виде карбонатов, фосфатов. Фильтрационные воды в этот период характеризуются высокими значениями ХПК и БПК (десятки и сотни тысяч мг O_2/l) и концентрацией ионов тяжелых металлов (до 70 мг/дм^3) [3, 8].

На следующей метаногенной стадии под действием метаногенных бактерий происходит дальнейшее разложение отходов. К метаногенным бактериям относятся хемолитотрофные (гидрогенофильные) и ацетофильные метаногенные бактерии. Большинство пластмасс не подвергается биохимической деградациии в активной метановой фазе. Однако они медленно разрушаются в результате деполимеризации, протекания фотохимических и химических процессов. Полиэтилен и полипропилен теряют менее 1 % от массы после 10 лет захоронения, полиэтилентерефталаты разлагаются с образованием ацетальдегида и терефталиевой кислоты [9, 11]. Чистый поливинилхлорид (ПВХ) не подвергается биохимической деструкции в активной фазе метаногенеза. Полимеры на его основе содержат пластификаторы (производные терефталиевой кислоты), стабилизаторы (органические соединения цинка, свинца и др.), которые постепенно выщелачиваются и переходят в фильтрат. На процессы метаногенеза значительное влияние оказывают рН среды, температура, влажность, зависящая от собственной влажности ТБО и климатических условий региона. Рост мезофильных бактерий протекает при значениях величины рН = 5,5...7,8. Низкие значения рН способствуют восстановлению протона до водорода, а не до метана. На стадии активного метаногенеза (до 30 лет с момента депонирования) протекает ферментативное разложение образованных в ацетогенной фазе кислот, которое сопровождается значительным выделением газов (метан, углекислый газ, меркаптаны, аммиак и др.) и повышением рН среды (7,2...8,6). На этой стадии происходит разложение 50...70 % целлюлозы и гемицеллюлозы с образованием биогаза и соединений гумусовой природы, полифенолов и др. В фильтрационных водах снижается содержание органических веществ (ХПК = $3000...4000 \text{ мг/дм}^3$, БПК₅ = $100...400 \text{ мг/дм}^3$) и увеличивается доля биорезистентных компонентов (ПАВ, хлорорганические соединения, гуматы металлов и гуминовые соединения), о чем свидетельствует уменьшение соотношения БПК₅/ХПК на порядок.

В стабильной фазе метаногенеза (до 100 лет) снижается скорость и величина эмиссии метана, при этом основным источником загрязнения окружающей среды становятся фильтрационные воды. На этой стадии в

щелочной среде протекают ферментативный гидролиз лигнина с образованием ароматических и жирных кислот, дальнейшая биodeградация целлюлозы и химическая деструкция трудно разлагаемых фракций ТБО (полимерных материалов). Фильтрационные воды характеризуются высоким содержанием биорезистентных компонентов, повышенной минерализацией (до 7000 мг/дм³) [13].

Для определения фазы Карасайского полигона были отобраны пробы фильтрационной воды и проведены анализы на содержание ХПК, БПК₅, взвешенных веществ, электропроводность и водородный показатель [1, 2, 7]. Полученные результаты представлены ниже:

ХПК – 14320 мгО₂/дм³;

БПК₅ – 16,5 мгО₂/дм³;

Взвешенные вещества – 373 мг/дм³;

Электропроводность – 41,5 мСм/см;

рН – 8,7.

Изучение морфологического состава, качественного и количественного состояния фильтрационных вод Карасайского полигона захоронения ТБО позволяет сделать следующие заключения:

1. полигон состоит из биodeградируемых и балластных видов твердых бытовых отходов, биodeградируемые виды представлены быстро и средне разлагаемыми фракциями;
2. полигон имеет перенасыщенное тело – с интенсивным образованием сточных вод больших объемов с высокими концентрациями;
3. находится в переходной фазе биodeструкции твердых бытовых отходов от ацетоногеза к стадии активного метаногеза.

Полученные результаты могут внести существенный вклад в систему управления отходами производства и потребления, поскольку позволяют подобрать адекватные меры по ее улучшению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 26449.1-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод. – С. 18-22.
2. ГОСТ 26449.2-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа при опреснении соленых вод. – С. 17-24.
3. Литван И.И., Круглицкий Н.Н., Третинник В.Ю. Физико-химическая механика гуминовых веществ. – Минск: Изд-во «Минск», 1976. – 245 с.

4. Краснянский М.Е., Бельгасем А., Калинихин О.Н. Изучение потоков вторичного сырья в ТБО г. Донецка // Сборник докладов II международной конференции «Экология и научно-технический прогресс». – Пермь: ПГТУ, 2003. – С. 150-155.
5. Рекомендации по сбору, очистке, и отведению сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов. Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, ФГУП Федеральный центр благоустройства и обращения с отходами. – Пермь.: Изд-во «ИСТ СТФ ПГТУ», 2003 – 47 с.
6. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Твердые бытовые отходы. – М.: Акад. коммун. хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2001. – 319 с.
7. СТ РК ИСО 7888-2006. Качество воды. Определение электрической проводимости. – 14 с.
8. Фокин А.Д., Карпучин АИ. Исследование состава комплексных соединений фульвокислот с железом. // Изв. ТСХА. – 1972. – Вып. 11. – С. 132-137.
9. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. – М.: Химия, 1991. – 656 с.
10. Albers, H., Ehring, H.J., Mennerich, A. / Sickerwasserreinigung/ Muilhandbuch/ 1991. – P. 159-164.
11. Bjorklund, A. Environmental systems analysis waste management / AFR Report. 1998. – P. 243-247.
12. Gould, J., Cross, W., Pohland, F. Factors influencing mobility of toxic metals in landfills operated with leachate recycle. // Emerging Technologies in Hazardous waster Management. – 1989. – P. 389-423.
13. Mersiowsky, L, Stegmann, R. Long-term Behavior of PVC Products and Fate of Phthalate Plasticizers under Landfill Conditions // VII International waste management and landfill symposium. Sardinia. – 1999. – Vol. I. P. 93-199.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

ҚАРАСАЙ ПОЛИГОНЫНДАҒЫ (АЛМАТЫ ОБЫЛЫСЫ) ҚАТТЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАР КҮЙІН БАҒАЛАУ

Техн. ғылымд. канд. Ж.М. Жаппарова

Мақалада Қарасай ауданындағы қатты тұрмыстық қалдықтарды фильтрленген сулардың морфологиялық құрамын талдау, сапалы және сандық күйлері негізінде көму, полигонның күйін бағалау берілген. ТБО Қарасай полигоны ацетоногенезден белсенді метаногенез сатысына дейінгі өтпелі кезең жағдайында.

УДК 502:551.4

**ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒАТ ЗОНАЛАРЫНДАҒЫ
АСТЫҚ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ОРНАЛАСУЫНЫҢ
ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Геогр. ғылымд. докторы Ж.Д. Достай
Д.А. Үмүтбаева

Мақалада Шығыс Қазақстанның негізгі ауыл шаруашылық аймақтарының табиғи-экологиялық ерекшеліктері қарастырылған. Астық тектес дақылды егістіктердің орналасуының ерекшеліктері келтірілген.

Шығыс Қазақстанның топырақ – климаттық ерекшеліктері ауыл шаруашылығының орналасуы мен дамуына елеулі әсерін тигізеді. Осы өңірдің климатының, өсімдігінің және топырақ жамылғысының тік белдеулігіне таулы жер бедері мен облыста орналасқан Жайсан, Алакөл ойыстарының әсері байқалады. Жайсан қазаншұңқыры облыс аумағының оңтүстік бөлігінде, оның ортасында облыстағы ең ірі көл-Жайсан орналасқан. Қазаншұңқырдың оңтүстігінде Сауыр, Маңырақ, Шығыс Тарбағатай, батысында Семей жоталары мен Қалба тауы, ал солтүстігінде Алтай таулары бар. Қазаншұңқыр облыстағы аса ірі Алтай және Сауыр-Тарбағатай тау жүйелерін бөліп жатыр. Сауыр тауынан Жайсан көліне қарай Кендірлік, Үйдене, Шығыс Тарбағатайдан Қандысу, Ұласты, Оңтүстік Алтайдан Қалғұтты, Тақыр өзендері ағады. Бірақ кейбір шағын өзендердің сулары егін суармалауға пайдаланылуына және булануға байланысты құрғақшылық жылдары көлге құюға жете бермейді. Облыстың негізгі өзен торы – Ертіс өзені. Ол Монғол Алтайынан басталып (Қара Ертіс) Жайсан көліне (Бұқтырма бөгені) құяды да, одан шығып Шығыс Қазақстанның солтүстік аумағы арқылы Сібірге бағытталады.

Алакөл ойысы Шығыс Қазақстанның оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқан. Балқаш-Алакөл алабында шамамен жалпы ұзындығы 6,1 мың км болатын 198 өзен бар. Олардың басым бөлігі Тарбағатай тауының шығыс сілемінен басталады, сулары негізінен тек ауыл шаруашылық қажеттілігіне пайдаланылып, өндірістің өзге салаларына пайдаланылуы өте аз өзендер. Олардың ішіндегі ірісі Үржар, Қаракөл, Қатынсу өзендері. Ал Тарбағатайдың шығыс бетінен Аягөз өзені бастау алады. Шығыс Қазақстанның келтірілген

жер бедері мен гидрографиялық ерекшеліктері облыс аумағында бірнеше егіншілік аймақтардың қалыптасуына себепші болды.

Таулы орманды-далалы егіншілік аймақ негізінен биіктігі аласа және орташа таулы жерлерде орналасқан. Алтайдың батыс бөлігіндегі аласа таулы беткейлердегі жазықтарда топырақты өңдеп, егіншілікпен айналасуға мүмкіндік бар. Ал Оңтүстік Алтайдағы орташа және аласа тау жоталарының арасындағы аңғарларда да егіншіліктің дамуына мүмкіндік беретін табиғи-климаттық жағдайлар бар. Аймақтың топырақ жамылғысы негізінен ашық, қара-сұрғылт түсті күлгін және сілітіленген қара топырақтар. Осы аталған топырақтардың қарашірігінің мөлшері шамамен 6...9 %, ал оның қалыңдығы 100...120 см-ге жетеді. Шаруашылықтық тұрғыдан алғанда таулы орманды-далалы аймақта табиғи жайылымдықтар көп болған себепті ірі қара мал шаруашылығы дамыған. Ал егіншілік негізінен астықты мал азығын өндіруге маманданған қосалқы сала ретінде қалыптасқан.

Таулы шалғынды-далалы егіншілік аймағы Шығыс Қазақстанның маңызды өсімдік шаруашылығы шоғырланған аумағы. Осы аймақтың жер бедеріне байланысты Батыс Алтайдың тауалды жазықтарының егістікке жарамды жерлерінің көптігімен ерекшеленеді. Ал Оңтүстік Алтайдың Катон-Қарағай, Күршім аудандарындағы егістікке қолайлы жерлері негізінен тау беткейлерінде орналасқан. Мұндағы егістікке жарамды топырақтар-жоғары құнарлы, қалыңдығы 80...90 см-ге жететін, қарашірік мөлшері 6...8 % болатын қара топырақтар. Зерттелу аумағының аса маңызды ерекшеліктерінің бірі-бұл жыл бойында жауатын 500 мм жауын-шашынның елеулі бөлігі ауыл шаруашылық дақылдарына қолайлы жаз айларында түсуі. Сонымен бірге, жылу мөлшері де жоғары болған себепті ауыл шаруашылығы дақылдарының өніп-өсу кезеңі 110...120 күнге дейін созылуы мүмкін. Аймақтың келтірілген агроэкологиялық ерекшеліктеріне сәйкес, әлеуетті егіншілікке жарамды жерлердің ауданы 206...320 мың гектарды құрайды (1-кесте). Осы аймақта Шығыс Қазақстанның ауыл шаруашылығының мамандануын анықтайтын бидай, күнбағыс сияқты бағалы дақылдардың елеулі мөлшері орналасқан.

Тауалды далалы аймақта Шығыс Қазақстанның негізгі егіншілігі орналасқан аймақтарының бірі. Осы аймақты жауын-шашынның түсу мөлшеріне байланысты жоғарғы белдеуліктегі, кәдімгі қара топырақты, ылғалданған, жылдық жауын-шашын мөлшері 450 мм болатын аймақ және шамалы құрғақтау, оңтүстіктік қара топырақта орналасқан, жылдық жауын-шашын мөлшері шамамен 400 мм болатын аймақ деп екіге бөлуге болады.

Ауыл шаруашылықтық жерлердің топырақ-климаттық аймақтар бойынша орналасуы, мың га

р/с	Аудандар (Шығыс Қазақстанның 1995 жылға дейінгі әкімшілік аудандары)	Таулы орманды далалы аймақ					
		барлық жердің ауданы	егістік жерлер	тыңайған жерлер	шабындықтар	жайылымдар	барлық ауыл шаруашылық жерлері
1	Үлкен Нарын	283,9	27,9	0,1	36,6	196,6	260,9
2	Глубокий	32,7	3,2	0,5	8,5	15,9	28,1
3	Марқакөл	51,4	2,6	2,3	10,9	33,9	46,7
	Барлығы	368,0	33,4	2,9	56,0	246,4	338,7
тауалды далалық, қалыпты ылғалды аймақ							
1	Глубокий	97,2	40,0	0,3	7,8	33,6	81,7
2	Шемонайха	173,0	82,7	1,3	15,4	55,0	154,1
	Барлығы	270,2	122,7	1,6	23,2	88,6	236,1
таулық шалғынды – далалы, құрғақтау аймақ							
1	Үлкен Нарын	212,7	46,5	0,8	36,8	166,8	250,9
2	Глубокий	158,3	51,6	0,8	19,4	49,4	121,2
3	Зырян	377,5	67,9	1,4	52,8	230,2	352,3
4	Күршім	229,1	15,5	4,0	17,1	137,8	174,4
5	Шемонайха	58,6	21,3	0,3	5,6	24,6	51,8
	Барлығы	1036,2	206,6	7,1	120,3	564,0	898,0
күрғақ далалы аймақ							
1	Марқакөл	129,7	3,5	0,6	4,9	101,3	110,3
2	Самар	339,0	91,6	1,2	23,8	179,3	295,9
3	Таврия	354,5	129,6	1,5	20,4	173,4	324,9
4	Ұлан	397,8	59,8	1,8	30,6	269,4	361,6
5	Шемонайха	52	26,2	0,3	5,6	17,9	50,0
	Барлығы	1273,0	310,8	5,3	85,3	741,3	1142,7
шөлді-далалы аймақ							
1	Зайсан	740,6	20,2	11,6	36,7	556,5	625,0
2	Күршім	308,9	30,1	8,0	18,1	206,1	262,3

p/c	Аудандар (Шығыс Қазақстанның 1995 жылға дейінгі әкімшілік аудандары)	Таулы орманды далалы аймақ					
		барлық жердің ауданы	егістік жерлер	тыңайған жерлер	шабындықтар	жайылымдар	барлық ауыл шаруашылық жерлері
3	Марқакөл	459,9	10,7	5,1	23,2	354,3	393,3
4	Тарбағатай	912,5	22,4	7,4	44,9	796,7	871,4
	Барлығы	2421,9	83,4	32,1	122,9	1913,6	2152,0
	Жиынтығы	5369,3	756,9	49,0	407,7	3553,9	

Осы аймақтардағы өніп - өсу кезеңінің ұзақтығы шамамен, өз кезектерінде 110...120 және 120...125 күннен. Әлбетте, осы келтірілген аймақтардың қара топырақтарының қалыңдығы 50...60 см, қарашірік мөлшері 4...7 % шамасында. Егістік жерлердің топырағы құнарлы болған себепті де осы жерлерде астық дақылдары мен күнбағыс жалпы ауыл шаруашылық дақылдарының егістігінің шамамен 80...95 % құрайды.

Шығыс Қазақстанның ауыл шаруашылығындағы маңызды аймақтардың бірі құрғақ далалы аймақ. Ол негізінен тауалды далаларында орналасқан. Негізгі ерекшелігі – жылдық жауын-шашын мөлшерінің шамамен тек 300...350 мм-ден аспауы. Ал өніп - өсу кезеңінің ұзақтығы 130...140 күнге дейін созылуы себепті жылу сүйгіш көптеген ауыл шаруашылығы дақылдарының түрлерін егіп-өсіруге болады. Осы аймақтың топырағы негізінен қою-қоңыр, қоңыр және ашық- қоңыр түсті, қалыңдығы 30...45 см, қарашірігінің мөлшері 2...4 % болатын қоңыр топырақтардың түрлері. Топырағының салыстырмалы түрдегі құнарлылығының шамалы болуына қарамастан, жер бедерінің қолайлылығына байланысты, егістік жерлердің ауданы шамамен 310 мың гектарды құрайды.

Шөл далалы аймақта тек суармалы егіншілік дамыған. Бұл жерлердің негізінен Шығыс Қазақстанның тегіс бедерлі, биік тау жоталарынан алысырақ, далалы жерлерде орналасуы себепті жылдық жауын-шашын мөлшері 250...300 мм ғана, топырағының қарашірігі тек 0,7...1,5 %, ал оның қалыңдығы 30...40 см. Соған байланысты осы аймақта егістік жерлерден тиімді өнім алу үшін топырақты жүйелі түрде тыңайтып, суармалы егіншіліктің инфрақұрылымын дамыту керек. Аталған аймақтағы Жайсан қазаншұңқырының облыс ауылшаруашылығындағы орны ерекше деуге болады. Оның егістік ретінде пайдаланылатын жерлерінің топырақ жамылғысы негізінен жусанды-бетегелі өсімдіктердің астында пайда болған қоңыр және ашық қоңыр топырақ. Олардың топырақ қабатының орташа қалыңдығы 30...45 см, қарашірік мөлшері – 1,5...2,5 %. Топырақтың негізгі қоректік заттар түрлерімен қамтамасыз етілуі: азот, фосфор, калийдің мөлшері жоғары деңгейде. Топырақтағы жалпы фосфордың мөлшері елеулі деңгейде болғанымен, өсімдіктер оңай сіндіретін қозғалмалы фосфор өте аз. Ауылшаруашылығы дақылдарынан

өндірістік шығындарды қайтаратын, қанағаттанарлықтай өнім алу үшін топыраққа азотты, фосфорлы тыңайтқыштарды берген тиімді.

Шығыс Қазақстанның егістік жерлерінің топырақ-климаттық аймақтарда орналасу ерекшеліктерін талдау жұмыстары көрсеткендей, егістік жерлердің топырағының құнарлылығы соңғы 20...30 жылда елеулі төмендеген. Мысалы, кәдімгі қара топырақтардың химиялық құрамы ұзақ уақыт егіс егілуіне байланысты айтарлықтай өзгергенін байқаймыз (2-кесте).

2-кесте

Кәдімгі қара топырақтағы қарашіріктің өзгеруі

Топырақ қабатының тереңдігі, см	Қарашіріктің өзгеруі				
	тың жерде		егістік жерде		
	мөлшері, %	салыстырмалы мөлшері, %	мөлшері, %	қарашіріктің азаюы	
мөлшері, %				салыстырмалы мөлшері, %	
0...10	9,5	100	6,87	-2,63	-27,7
10...20	7,27	100	6,61	-0,66	-9,0
20...30	6,61	100	5,49	-1,15	-17,4
30...40	6,49	100	4,11	-2,38	-36,7

Шығыс Қазақстанның әкімшілік аудандардағы егістіктердің топырақ-климаттық аймақтарда орналасуының өзіндік ерекшеліктері қалыптасқан (3-кесте). Мысалы, таулы орманды-далалы және таулы шалғынды далалы аймақтардың таулы аудандарында Катон-Қарағай, Глубокий, Зырян, Күршім және Шемонайха аудандардың бір бөлігі орналасса, тауалды далалы аймақ бөлігінде Глубокий, Катон-Қарағай, Көкпекті, Ұлан, Үржар, Күршім және Шемонайха аудандарының жерлері бар.

3-кесте

Астық дақылдары егістігінің ауданы, мың га

Шығыс Қазақстанның әкімшілік аудандары	Жыл					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Өскемен қаласы	2,9	2,6	2,7	3,0	3,3	2,7
Семей қаласы	4,9	5,6	5,7	5,7	4,2	1,2
Риддер қаласы	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Аягөз	11,0	11,1	14,1	19,5	20,1	13,2
Бесқарағай	20,6	33,3	45,0	42,8	44,0	30,5
Бородулиха	68,1	96,2	105,2	104,0	103,9	106,5
Глубокий	63,6	65,2	60,4	62,0	62,0	64,6
Жарма	11,7	14,7	13,1	12,5	13,8	14,2
Зайсан	6,7	6,9	5,4	6,7	6,4	4,7
Зырян	40,8	43,5	43,4	43,6	41,9	42,1
Катон-Қарағай	27,0	30,6	23,6	26,2	27,4	27,4
Көкпекті	53,2	59,3	57,1	57,6	58,2	66,1
Күршім	11,1	11,4	11,4	9,2	2,7	2,8
Тарбағатай	8,6	7,9	5,0	7,2	4,2	3,5
Ұлан	24,6	34,9	36,4	40,4	43,6	45,0

Үржар	49,1	54,1	55,9	65,6	65,6	72,6
Шемонаиха	95,4	89,3	84,1	89,2	84,0	85,3
Облыс бойынша	500,8	567,4	569,2	595,9	586,4	583,1

Ал құрғақ далалы аймақтың қыратты жерлерінде Катон-Қарағай, Зырян, Күршім, Ұлан, Бесқарағай, Бородулиха, Жарма, Көкпекті және Абай аудандарының жерлері орналасқан. Шөлді-далалы аймақта Аягөз, Үржар аудандарының оңтүстік бөліктері, Тарбағатай, Зайсан, Күршім және Марқакөл аудандарының жазық бөліктері орналасқан. Осы келтірілген мәліметтерден Шығыс Қазақстанның әкімшілік аудандарындағы егістік жерлердің топырақ-климаттық аймақтарда орналасуында табиғи тік белдеулік аймақтануының ықпалының зор екенін байқаймыз. Сонымен бірге, еліміздің ауыл шаруашылығындағы болып жатқан құрылымдық өзгерістерге сәйкес, астық шаруашылығын аудандауда аймақтың топырақ-климаттық, агроэкологиялық ерекшеліктерімен бірге аграрлық өндірістің инфрақұрылымдарының қалыптасуы, өнімге деген сұранысты да ескерген жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Еспергенов Ж.К. Ауылшаруашылығы дақылдарының өнімінің сапасына кейбір қоршаған орта факторларының әсері / Ж.К. Еспергенов, Д.А. Умутбаева // Материалы международной научно-практической конференций «Экологические проблемы агропромышленного комплекса», Алматы, 16-18 апреля 2004 г. – С. 221-222.
 2. Система ведения сельского хозяйства Восточно-Казахстанской области. / Под общей редакцией Оспанбаева Ж.О. – Усть-Каменогорск: КГП Рудный Алтай, 2004.
- С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО ПРИРОДНЫМ ЗОНАМ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Доктор геогр. наук

Ж.Д. Достай

Д.А. Умутбаева

В статье рассматриваются природно-экологические особенности основных сельскохозяйственных зон Восточного Казахстана. Приведены особенности размещения посевов зерновых культур по природным зонам.

УДК 551.510.42

**О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН В 1 ПОЛУГОДИИ 2007 ГОДА**Канд. геогр. наук А.Б. Калелова
Т.Г. Царева

Информация о состоянии загрязнения окружающей среды подготовлена по результатам работ, проведенных на наблюдательной сети Национальной гидрометеорологической службы РК.

Состояние воздушного бассейна

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха выполняются в наиболее крупных городах и промышленных центрах республики. Перечень подлежащих контролю загрязняющих веществ установлен с учетом объема и состава выбросов в атмосферу. Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (*ПДК*) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест [1, 2]. Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (*ИЗА*), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на *ПДК* значениями с учетом их класса опасности [3].

Стационарные посты наблюдений находятся в 20 населенных пунктах республики: Актау, Актобе, Алматы, Астана, Атырау, Балхаш, Жезказган, Костанай, Караганда, Павлодар, Петропавловск, Риддер, Семей, Тараз, Темиртау, Уральск, Усть-Каменогорск, Шымкент, Экибастуз и пос. Глубокое (Восточно-Казахстанская область).

По данным наблюдений в 1 полугодии 2007 г. наибольший уровень загрязнения воздуха зафиксирован в г. Алматы ($ИЗА_5 = 11,8$). К загрязненным городам ($ИЗА_5 \geq 5$) отнесено 9 городов, в том числе с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха ($ИЗА_5$ более 7) – 8 городов.

В 16 городах республики средние за полугодие значения концентраций загрязняющих веществ хотя бы одной примесью превысили *ПДК*, а в 5 городах (Алматы, Риддер, Темиртау, Усть-Каменогорск и Шымкент) выше *ПДК* были концентрации трех и более веществ. В 9 городах отмечены средние концентрации диоксида азота в пределах 1,3...2,0 *ПДК* (наибольшая средняя в г. Алматы). В 7 городах содержание взвешенных веществ (пыли) находилось в пределах 1,1...2,8 *ПДК* (наибольшая средняя в г. Астане) и

формальдегида в пределах 1,3...4,3 ПДК (наибольшая средняя в г. Актобе). В 5 городах концентрации фенола составили 1,7...2,7 ПДК (наибольшая в г. Темиртау). Средняя концентрация диоксида серы в г.Балхаше превышала 2 ПДК, в г. Риддере – 1 ПДК. Содержание аммиака выше допустимой нормы отмечено в г. Темиртау (2,1 ПДК) и г. Шымкенте (1,1 ПДК) (Табл. 1).

Таблица 1

Сведения о степени загрязнения атмосферного воздуха городов
в 1 полугодии 2007 г.

Примесь	Число городов	Кратность превышения ПДК средней концентрации		Число городов, где концентрации превышали ПДК	
		из средних	из максим.	средние	максим.
Взвешенные вещества	19	1,0	6,7	7	13
Диоксид серы	20	0,5	1,2	2	2
Оксид углерода	19	0,5	2,4	0	13
Диоксид азота	20	1,0	2,1	9	17
Оксид азота	4	0,3	0,2	0	0
Аммиак	6	1,0	0,9	2	1
Сероводород	7		0,9		4
Фтористый водород	3	0,5	2,5	0	3
Серная кислота	2	0,3	0,1	0	0
Фенол	10	1,3	1,8	5	7
Формальдегид	9	2,7	1,0	7	3
Хлор	2	0,1	0,5	0	1
Хлористый водород	2	0,4	2,9	0	1
Мышьяк	3	0,2			

Максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ хотя бы одной примесью превысили ПДК в 18 городах, где ведутся наблюдения; при этом в 12 городах (Алматы, Астана, Балхаш, Жезказган, Караганда, Павлодар, Семей, Тараз, Темиртау, Усть-Каменогорск, Шымкент и пос. Глубокое) отмечены превышения ПДК для 3-х и более веществ. Разовые концентрации взвешенных веществ и оксида углерода выше ПДК наблюдались в 13 городах, диоксида азота – в 17 городах, фенола – в 7 городах, сероводорода – в 4 городах, формальдегида и фтористого водорода – в 3 городах, диоксида серы – в 2 городах (Табл. 1).

В 1 полугодии зарегистрирован 1 случай экстремально высокого (ЭВЗ) и 7 случаев высокого загрязнения (ВЗ) атмосферного воздуха: в г. Астане максимальная концентрация взвешенных веществ в апреле составила 14,6 ПДК (ВЗ), в мае – 65,2 ПДК (ЭВЗ); в г. Балхаше (6 случаев ВЗ) концентрации взвешенных веществ превышали допустимую норму в 10,2...11,6 раза, диоксида серы – 10,3...16,6 раза.

По сравнению с 1 полугодием 2006 года в городах Актау, Актобе, Алматы, Атырау, Жезказган, Костанай, Павлодар, Петропавловск, Риддер, Семей, Тараз, Уральск, Усть-Каменогорск, Шымкент и Экибастуз состояние загрязнения атмосферного воздуха существенно не изменилось, в г. Балхаше отмечено увеличение уровня загрязнения, в г. Астане, г. Караганде, г. Темиртау и пос. Глубокое – снижение (табл. 2).

Таблица 2

Приоритетный список городов по уровню загрязнения атмосферного воздуха

Населенный пункт	ИЗА ₅		Отрасли промышленности
	1 полугодие		
	2006 г.	2007 г.	
Алматы	11,2	11,8	автотранспорт, энергетика
Шымкент	10,2	10,1	цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая
Актобе	9,8	9,5	черная металлургия, химическая
Усть-Каменогорск	7,5	8,1	цветная металлургия, энергетика
Темиртау	9,0	8,0	черная металлургия, химическая
Караганда	10,7	7,6	энергетика, угледобывающая, автотранспорт
Риддер	7,8	7,4	цветная металлургия, энергетика
Тараз	7,5	7,3	химическая
Жезказган	5,5	5,3	цветная металлургия, энергетика
Семей	4,1	4,9	энергетика, строительных материалов
Астана	5,4	4,4	энергетика, автотранспорт
Актау	3,6	4,3	химическая
Балхаш	2,6	4,3	цветная металлургия
Петропавловск	4,4	4,3	энергетика, приборостроение
пос. Глубокое	5,6	3,2	цветная металлургия
Костанай	3,0	2,8	энергетика
Павлодар	1,7	2,3	нефтеперерабатывающая, энергетика
Атырау	2,1	1,7	нефтеперерабатывающая
Экибастуз	1,3	1,2	энергетика, угледобывающая
Уральск	0,9	0,7	энергетика
Средний ИЗА ₅	5,67	5,46	

Качество поверхностных вод

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает действующие гидропосты Национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ для водоемов рыбо-хозяйственного, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования [4, 5].

Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (*ИЗВ*), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод [6].

Данные мониторинга загрязнения поверхностных вод обработаны по бассейнам рек: Ертис (Восточно-Казахстанская и Павлодарская области), Урал и Эмба (Западно-Казахстанская и Атырауская области), Есиль (Акмолинская и Северо-Казахстанская области), Нура (Акмолинская и Карагандинская области), Тобол (Костанайская область), Талас, Шу (Жамбылская область), Сырдарья (Южно-Казахстанская и Кызылординская области), Иле (Алматинская область) и оз. Балхаш.

В 1 полугодии 2007 года всего из общего количества обследованных водных объектов к «чистым» отнесено 15 рек, 5 озер и 3 водохранилища. Наиболее представлен класс «умеренно-загрязненных» водных объектов – 27 рек, 5 водохранилищ и 1 озеро. Классу «загрязненных» водных объектов принадлежит 7 рек, 3 водохранилища и 1 озеро. К классу «грязных» водных объектов относятся 1 река (Ульби – ВКО) и 1 водохранилище (Кенгирское – Карагандинская область), а к «очень грязным» водным объектам – 4 реки (Красноярка, Тихая, Глубочанка (ВКО) и Илек (Актюбинская) (табл. 3).

В перечне основных загрязняющих веществ, превышающих значения ПДК, присутствуют 13 ингредиентов, из которых наиболее распространенными являются медь и цинк, сульфаты, нефтепродукты, хром, азот аммонийный, фенолы и марганец (табл. 4).

В 1 полугодии 2007 г. экстремально высокое загрязнение (ЭВЗ) поверхностных вод на территории Казахстана наблюдалось в 2-х случаях на 1 водном объекте – р. Красноярка (Восточно-Казахстанская область). Высокое загрязнение было отмечено на 26 водных объектах в 128 случаях, в реках Ертис, Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка, Илек, Тогызак, Аят, Убаган, Тобол, Нура, Шерубайнура, Иле, Шилик, Коргас, Иссык, Каскелен, Улькен Алматы, Сырдарья и Келес, водохранилищах Капшагай, Бартогай, Куртинское, Кенгирское, оз. Бийликоль.

В сравнении с 1 полугодием 2006 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод:

Бассейн р. Ертис. Качество воды не изменилось в реках Ертис (ВКО и Павлодарская области), Буктырма, Ульби, Красноярка, Оба, Эмель, Аягоз и водохранилищах Усть-Каменогорское и Буктырма. Наблюдается ухудшение качества поверхностных вод реках Тихая и Глубочанка. По р. Брекса наблюдается улучшение качества воды.

Таблица 3

Состояние загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям в 1 полугодии 2007 г.

Класс и характеристика качества воды по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ)				
II класс «чистая» ИЗВ 0,31...1,0	III класс «умеренно загрязненная» ИЗВ 1,01...2,5	IV класс «загрязненная» ИЗВ 2,51...4,0	V класс «грязная» ИЗВ 4,01...6,0	VI класс «очень грязная» ИЗВ 6,01...10,0
рр. Есиль (СКО), Жабай, Урал (ЗКО), Чаган, Утва, Деркул, Малый Узень, Чижа-1, Чижа-2, Эмба, Илек (ЗКО), Орь, Ак-Булак, Бугунь, Катта-Бугунь, вдхр. Буктырма, вдхр. Усть-Каменогорское, вдхр. Вячеславское, оз. Улькен Алматы, оз. Копа, оз. Ульке Шабакты, оз. Шортан, оз. Бурабай	рр. Ертис, Буктырма, Оба, Эмель, Аягоз, Есиль (СКО), Убаган, Сары-Булак, Нура, Иле, Шилик, Турген, Текес, Коргас, Каркара, Есентай, Киши Алматы, Улькен Алматы, Сырдарья, Бадам, Иссык, Талас, Асса, Аксу, Тобол, Тогызак, Аят, вдхр. Каратомарское, вдхр. Капшагай, вдхр. Сергеевское, вдхр. Шардаринское, вдхр. Ташуткульское, оз. Балхаш	рр. Брекса, Шарын, Баянкол, Каскелен, Кара-Кенгир, Шерубайнура, Шу, вдхр. Самаркандское, вдхр. Бартогай, вдхр. Куртинское, оз. Бийликоль	Ульби, вдхр. Кенгирское	рр. Тихая, Глубочанка, Красноярка, Илек (Актюбинская)

Таблица 4

Перечень основных загрязняющих компонентов в поверхностных водах в первом полугодии 2007 г.

Ингредиент	Пределы изменения концентрации в долях ПДК	Количество объектов	Название рек и водоемов
Сульфаты	1,1...3,7	15	рр. Есиль (Акмолинская), Ак-Булак, Сары-Булак, Жабай, Нура (Акмолинская), Сырдарья, Келес, Бадам водохранилища Самаркандское, Кенгирское, Сергеевское, Шарда-

Ингредиент	Пределы изменения концентрации в долях ПДК	Количество объектов	Название рек и водоемов
			ринское озера Улькен-Шабакты, Копа
Медь	1,1...17	43	рр. Есиль (СКО), Ертис, Буктырма, Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка, Оба, Эмель, Аягоз, Нура (Карагандинская), Кара-Кенгир, Шерубай-Нура, Келес, Бадам, Иле, Шарын, Шилик, Турген, Текес, Коргас, Каркара, Баянкол, Киши Алматы, Есентай, Улькен Алматы, Иссык, Каскелен, Талас, Шу, Асса, Аксу, Сырдарья (Кызылординская) водохранилища Самаркандское, Кенгирское, Капшагай, Куртинское, Бартогай, Ташуткульское, Шардаринское, озера Балхаш, Бийликколь
Азот аммонийный	1,4...5,97	8	рр. Ертис (ВКО), Брекса, Ульби, Тихая, Глубочанка, Красноярка, Эмель, Шерубай-Нура

Азот нитритный	1,3...6,3	6	рр. Ертис (Павлодарская), Буктырма, Шерубай-Нура, Киши Алматы, Шу вдхр. Ташуткульское
Бор	20,5	1	р. Илек (Актюбинская)
Железо общее	1,7...6,0	9	рр. Буктырма, Брекса, Тихая, Ульби, Оба, Шарын, Каркара, Улькен Алматы; вдхр. Сергеевское
Цинк	6,0...68,5	6	рр. Ертис (ВКО), Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка
Хром (6+)	8,3	1	р. Илек (Актюбинская)
Хром общий	3,0...8,0	16	рр. Иле, Шарын, Шилик, Турген, Текес, Коргас, Каркара, Баянкол, Иссык, Каскелен, Киши Алматы, Улькен Алматы, Есентай водохранилища Капшагай, Куртинское, Бартогай
Фенолы	до 2,0	5	рр. Урал (ЗКО), Чаган, Деркул, Мал. Узень, Талас
Нефтепродукты	1,3...8,2	3	р. Кара-Кенгир, оз. Копа, вдхр. Кенгирское

Ингредиент	Пределы изменения концентрации в долях ПДК	Количество объектов	Название рек и водоемов
Марганец	1,8...21	5	рр. Ертис (ВКО), Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка
Ртуть	2,3...5,7	3	рр. Ертис (Павлодарская), Красноярка, Нура (Карагандинская)

Бассейн рек Урал и Эмба. Качество воды не изменилось в реках Урал (ЗКО), Чаган, Деркул, Утва, Эмба, Чижа-1, Большой и Малый Узень. Загрязненность воды р. Орь снизилась. Качество воды р. Илек в пределах Актюбинской области ухудшилось, а на территории Западно-Казахстанской области осталось на прежнем уровне.

Бассейн р. Тобол. Загрязненность рек Тобол, Аят, Тогузак и вдхр. Каратомарское осталась на прежнем уровне.

Бассейн р. Есиль. Уровень загрязненности воды рек Есиль, Ак-Булак, Сары-Булак, водохранилищ Сергеевское и Вячеславское, озер Бурбай, Шортан, Улькен Шабакты существенно не изменился. Несколько улучшилось качество воды р. Жабай и оз. Копа.

Бассейн р. Нуры. Качество воды в реках Нура (Акмолинская и Карагандинская области), Шерубайнура значительно не изменилось. Несколько улучшилось качество воды р. Кара-Кенгир. Повысилась загрязненность воды Кенгирского и Самаркандского водохранилищ.

Бассейн оз. Балхаш. Уровень загрязненности рек Шарын, Шилик, Коргас, Каркара, Киши Алматы, вдхр. Капшагай и озер Балхаш и Улькен Алматы существенно не изменился. Отмечено ухудшение качества воды р. Баянкол, водохранилищ Куртинское и Бартогай. Улучшение состояния воды наблюдалось в реках Иле, Турген, Текес, Есентай и Улькен Алматы.

Бассейн рек Талас и Шу. Качество воды в реках Талас, Асса и вдхр. Ташуткульское существенно не изменилось, в р. Шу – ухудшилось.

Бассейн р. Сырдарья. В состоянии загрязненности рек Сырдарья (Южно-Казахстанская и Кызылординская области), Бадам, Бугунь, Катта-Бугунь и вдхр. Шардаринское значительного изменения не произошло. Качество воды р. Келес улучшилось.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы: «Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху», 18.08.2004 г., №629, 175 с.
2. ГН 2.1.6.696-98. РК 3.02.037.99. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М.: Минздрав России, 1998. – С. 70-201.

3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. – М, 1991. – С. 383-425.
4. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – Роскомрыболовство, 1993.
5. РК 3.01.067.97. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.559-96. Госкомсанэпиднадзор России. – М, 1996. – 111 с.
6. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госком по гидрометеорологии. – М, 1988. – 10 с.
7. Санитарно-эпидемиологические требования по охране поверхностных вод от загрязнения. СанПиН 3.02.003-04. Министерство здравоохранения РК, Алматы, 2004.

Центр экологического мониторинга окружающей среды РК, г. Алматы

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫНЫҢ 2007
ЖЫЛДЫҢ БІРІНШІ ЖАРТЫ ЖЫЛЫНДАҒЫ ЖАҒДАЙЫ**

Геогр. ғылымд. канд. А.Б. Калелова
Т.Г. Царева

Қоршаған ортаның ақпараты "Қазгидромет" РМК ұлттық гидрометеорологиялық қызметтің бақылау орындарында қоршаған ортаның экологиялық мониторингін жүргізу жөніндегі арнаулы бөлімшелерінің негізінде дайындалды.

К 85-ЛЕТИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА

Национальная гидрометеорологическая служба является частью инфраструктуры каждой страны и выполняет национальные обязательства по основным функциям сбора и обработки гидрометеорологических данных, обеспечения гидрометеорологических услуг. Необходимо отметить, что немногие проблемы в наше время вызывают такое внимание, интерес и даже тревогу, как проблема взаимоотношений человека и окружающей среды. Национальная гидрометеорологическая служба Республики Казахстан, которую представляет РГП «Казгидромет», осуществляет ведение гидрометеорологического мониторинга в республике, которое направлено на своевременное и надежное обеспечение органов государственной власти и управления, хозяйствующих объектов и населения прогнозами погоды различной заблаговременности, предупреждениями о возникновении стихийных явлений, а также данными о текущем и будущем состоянии природной среды.

В настоящее время отмечается резкий рост в потребности гидрометеорологического обслуживания населения, связанный с увеличением населения во многих странах и регионах, глобализацией и, как следствие, ростом человеческих и экономических потерь от воздействия стихийных бедствий. Как отмечают эксперты ООН, почти 80 % стихийных бедствий и 90 % связанных с ними человеческих жертв вызываются метеорологическими или гидрологическими причинами. В Казахстане, благодаря его огромной территории (2,7 млн. км²), климатические условия подвержены значительным колебаниям, и ущерб от стихийных бедствий может достигать 80...85 %. Поэтому, знания о стихиях представляют для нас особый интерес, поскольку помогают выработать эффективную стратегию по разумному сочетанию прогностических сведений о суровой погоде и мер по предотвращению ее последствий.

Сейчас трудно себе представить, что первые метеорологические наблюдения на территории Казахстана начались в 1848 году, и до 1917 года в пределах границ современного Казахстана функционировали 84 метеостан-

ции и 22 гидрологических поста. В годы гражданской войны и разрухи многие станции и посты прекратили работу и к моменту образования Гидрометслужбы Казахстана, т.е. к началу 1922 года, действовали всего 3 метеорологические станции. В последующие годы происходило развитие гидрометеорологической сети Казахстана, регулярно открывались новые пункты наблюдений, появлялись новые приборы и оборудование. Так в 1936 году в Алма-Ате был запущен первый в Казахстане радиозонд, а в 1957 году начаты работы по определению содержания озона в атмосфере. В 1964 году приступили к производству регулярных наблюдений за загрязнением атмосферы промышленными предприятиями, а в сентябре 1970 года был открыт первый автономный пункт приема информации с искусственных спутников Земли. Надо отметить, что в советское время гидрометеорологическая служба Казахстана занимала одно из первых мест среди Гидрометслужб СССР.

Первые годы после распада Советского Союза были для нас трудными, закрылись многие посты и станции, часть гидрометеорологического оборудования пришла в негодность. Однако, в последние годы, служба не только восстановила свой прежний статус, но и начала интенсивно развиваться. Можно сказать, что служба перешла на качественно новый уровень производства: восстановлены многие виды работ и наблюдений гидрометеорологического и экологического направления, изменились подходы к качеству осуществления гидрометеорологической деятельности, внедряются современные методы и технологии.

Активно развивается международное сотрудничество. Национальная гидрометеорологическая служба Республики Казахстан осуществляет партнерство в области гидрометеорологии, экологии и климата с Национальными гидрометеорологическими службами не только стран СНГ, но и многих других государств. Специалисты РГП «Казгидромет» принимали участие в 52-й Российской антарктической экспедиции.

Идея, выдвинутая Президентом Республики Казахстан Н. Назарбаевым об едином Евразийском пространстве, является жизненной. В настоящее время Казгидромет работает через Всемирную метеорологическую организацию (ВМО) не только в Евразийском, но и в мировом пространстве, так как погода не знает границ. ВМО представляет собой международную систему, в рамках которой все страны-члены ВМО работают сообща, чтобы получать и свободно обмениваться обширной информацией о состоянии атмосферы, океанов, рек и поверхности земли. Руководитель Национальной Гидрометслужбы является Постоянным представителем

Республики Казахстан при Всемирной метеорологической организации. В результате такого сотрудничества Национальная гидрометеорологическая служба Казахстана располагает прямыми телефонными каналами связи с Мировым метеорологическим центром в Москве и Региональным метеорологическим центром в Ташкенте.

Ежегодный объем информации, перерабатываемой нашей службой связи, доходит до 8,6 млн. сообщений. Внешняя связь обеспечивает механизм получения международных данных, численных прогнозов погоды, спутниковой информации и является частью Глобальной системы телевизионной связи Всемирной метеорологической организации. Мы не только используем международные данные, но и сами поставляем информацию в Мировой банк данных.

Основу производственной деятельности любой Национальной Гидрометслужбы, как службы по изучению природной среды, составляет наблюдательная сеть. От качества её работы зависит и качество гидрометеорологического обслуживания. Существуют определенные международные требования к плотности размещения гидрометеорологических пунктов наблюдений. В соответствии с этими требованиями в Казахстане должно быть не менее 1300 метеорологических, 280 аэрологических станций и 750 гидропостов.

На сегодняшний день наземная сеть наблюдений в несколько раз меньше её оптимального количества. Из-за нехватки гидрометеорологических станций и постов очень важно, чтобы наблюдения на них были высокого качества. Это достигается, прежде всего, высоким профессиональным уровнем специалистов, надежными приборами и оборудованием. Поэтому перед Казгидрометом сегодня стоит сложная задача, связанная не только с расширением сети наблюдений, но и с переходом на качественно новый путь развития – автоматизацию наблюдений за природной средой. На пути реализации этой задачи предстоит решить много вопросов и проблем. Прежде всего это подготовка специалистов для работы с автоматическими станциями, ведь важную роль в качестве работы сети играет профессиональный уровень людей, осуществляющих наблюдения и ведущих контроль за обеспечением надежности и достоверности результатов.

Еще один вид производственной деятельности – выпуск оперативно-прогностической продукции. Успешная работа в области производства и выпуска гидрометеорологической продукции позволили РГП «Казгидромет» в 2005 г. пройти сертификацию и получить Международный сертификат системы менеджмента и качества ИСО 9001-2000. Специалисты Казгидромета составляют метеорологические краткосрочные прогнозы по пунктам на сутки, по

территории на одни, двое и трое суток; долгосрочные прогнозы температуры воздуха и осадков по областям Казахстана; гидрологические прогнозы притока воды в водохранилища, расходов воды, элементов весеннего половодья, минимальных уровней воды и ледовых явлений; морские и агрометеорологические прогнозы; прогнозы схода снежных лавин и селевой опасности; прогнозы о неблагоприятных метеорологических условиях, формирующих повышенный уровень загрязнения воздуха в городах. И, что очень важно, дают предупреждения об опасных и стихийных гидрометеорологических явлениях. Неслучайно, что одной из наиболее важных и ответственных задач, возложенных на гидрометслужбу Казахстана, является прогноз суровой погоды. Особенно это относится к таким опасным явлениям как сильные ветры, шквалы, пыльные бури, заморозки, обледенения, засухи и наводнения, снежные лавины и сели. На территории Казахстана встречается 23 вида опасных гидрометеорологических явлений, являющихся следствием суровой погоды. В настоящее время в Казахстане разработан ряд руководящих документов по наблюдениям за опасными и стихийными гидрометеорологическими явлениями и их предупреждениям. Установлены критерии суровой погоды, при достижении которых составляется штормовое оповещение о начавшемся явлении. Надо сказать, что для определения таких критериев специалистам Гидрометслужбы пришлось проделать огромную работу. Ведь, несмотря на то, что большинство критериев суровой погоды одинаково для всех районов Казахстана, существует и отличие. Так, например, величина критерия сильного мороза и сильной жары различна. Это объясняется большой протяженностью территории республики с севера на юг, и как следствие значительной вариацией температуры воздуха. Огромная протяженность и разнообразие поверхности Казахстана (от низкогорных равнинных участков до высокогорных районов) существенно влияет на формирование климата и стихийных явлений.

В Казахстане резко выражена континентальность климата, которая сказывается на весь комплекс метеорологических элементов. Повсеместно отмечаются сильные ветры, вызывающие снежные и пыльные бури, ветровую эрозию и неравномерное залегание снежного покрова. Однако, их вероятность для различных районов неодинакова. Реже всего наблюдаются они на юге и юго-востоке Казахстана. На этом фоне резко выделяется восточное побережье Каспийского моря, где повторяемость сильных ветров является наибольшей. Неслучайно, что в этом районе формируются такие стихийные явления, как ветровые нагоны морской воды на побережье. При этих явлении-

ях за короткий период уровень моря может измениться на 1,5...2,5 м, вызывая наводнения в прибрежной зоне.

Широко распространенное природное явление в Казахстане – песчаные бури, так как около четверти территории республики занимают песчаные пустыни. Бури являются мощным источником поступления аэрозолей в атмосферу. Они приводят в движение громадные массы песка, которые наступают на освоенные сельскохозяйственные земли, мешают работе транспорта и предприятий, влияют на изменение климата и здоровье людей.

На территории Казахстана также отмечается высокий уровень селевой активности. В республике насчитывается свыше 300 активных селевых бассейнов. В общей сложности около 70 % горных районов республики принадлежит к категориям средней и высокой селеактивности. Перечень опасных явлений можно продолжать и далее. Перед службой стоит задача не только зафиксировать эти явления, но и уметь их вовремя предсказывать. В этом направлении достигнуты определенные успехи. В частности, для предсказания сгонно-нагонных явлений используется штормовая модель Каспийского моря, основанная на Датском гидродинамическом модуле MIKE 21, который адаптирован к условиям Каспийского моря. Это современная технология, используемая более чем в 30 странах мира. Её использование позволяет предсказать наступление опасного явления за пять дней до его начала с достаточной степенью надежности. Такая заблаговременность прогноза дает возможность принять необходимые меры для предотвращения возможного ущерба. Ведутся также научно-исследовательские работы по разработке и совершенствованию методик прогнозирования и других опасных явлений, но очень многое ещё предстоит сделать. Для развития этого направления деятельности в 2007 году был создан научно-исследовательский Центр разработок гидрометеорологических методов прогноза.

Казгидромет является структурным подразделением Министерства охраны окружающей среды. Мы активно участвуем в исследованиях экологических проблем республики. В современных условиях охрана целостности экологической системы природы приобрела огромное значение и стала важнейшей экономической и социальной задачей, затрагивающей интересы всего мирового сообщества. Ведь именно во второй половине 20 столетия возникли чрезвычайно сложные экологические проблемы, от которых зависит существование человечества – глобальное потепление климата и загрязнение воздуха, угроза озоновому слою Земли, процессы опустынивания. Помимо глобальных существует ряд не менее острых региональных про-

блем, требующих самого пристального внимания. Среди них особое место занимают проблемы современного экологического состояния Каспийского и Аральского морей. Необходимо отметить, что к этим исследованиям активно подключились ведущие специалисты других стран. Однако без надежного мониторинга морей и окружающих их территорий все предпринимаемые усилия смогут оказаться безрезультатными, поэтому организация надежной системы наблюдения в этих регионах является еще одной из первоочередных задач Гидрометслужбы Республики Казахстан.

Нерациональное водопользование привело к резкому изменению водного режима другого крупного водного объекта Казахстана – озера Балхаш. С обострением Или-Балхашской проблемы еще в 70...80-е годы развернулось широкомасштабное исследование на оз. Балхаш и в его бассейне по разным направлениям, в том числе и в области гидрометеорологии. Большую роль в исследованиях сыграла наша гидрометеорологическая сеть станций и постов. На основе гидрометеорологических данных была дана оценка водного и солевого баланса оз. Балхаш на современном этапе и на перспективу.

Казгидромет не только исследует крупные экологические проблемы республики, но и проводит регулярные наблюдения за состоянием природной среды на всей территории Казахстана. В зависимости от задач и изучаемых компонентов окружающей среды система государственного мониторинга загрязнения природной среды включает мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, в том числе атмосферных осадков, загрязнения поверхностных вод суши и почв, радиационный и фоновый мониторинг. Однако, в этой сфере деятельности также требуется техническое перевооружение и модернизация сетей наблюдений и химико-аналитической службы. Выполнение этих работ предусматривается в Программе модернизации НГМС на 2009...2011 гг. Укрепление возможностей Национальной Гидрометслужбы повысит осведомленность общества и сделает государство менее уязвимым для экстремальных явлений погоды и климата.

Редколлегия журнала

**К 75-ЛЕТИЮ ВИДНОГО УЧЕНОГО-ГИДРОЛОГА
АБАЯ АБДУРАХМАНОВИЧА ТУРСУНОВА**

Турсунов Абай Абдурахманович – видный гидравлик, гидролог, один из основателей конструктивной географии, геоэколог, сопредседатель 1 и 2-го съездов Гидроэкологов СССР, член географических обществ СССР и КазССР, академик Международной Академии Экологии и Природопользования (МАЭП, г. Москва), академик Международной академии информации, доктор технических наук, профессор родился 23 января 1933 года в г. Сталинабаде (Душанбе).

В 1951 г. после окончания средней школы с серебряной медалью он поступил в Московский институт инженеров водного хозяйства, который закончил в 1956 году с отличием, получив специальность «инженера-гидротехника».

Свой трудовой путь Абай Абдурахманович начал на строительстве Красноярской ГРЭС, где прошел путь от помощника мастера до начальни-

ка участка. В сентябре 1958 года он поступил в очную аспирантуру Ленинградского Политехнического института им. М.И. Калинина (ныне Санкт-Петербургский Технический Университет) по специальности «Гидравлика». Его научным руководителем был крупнейший ученый Р.Р. Чугаев. После успешно окончания аспирантуры Турсунов А.А. в 1962 году защищает кандидатскую диссертацию по специальности «гидравлика и инженерная гидрология». Признавая его научные достижения, Ученый Совет Института оставляет молодого ученого работать на кафедре.

В результате непрерывных научных изысканий А.А. Турсунов в 1970 г. во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники им. Веденеева защитил докторскую диссертацию по теме: «Теоретические основы расчета береговых безнапорных водосбросов больших плотин» по специальности «гидравлика и инженерная гидрология», а в 1974 г. получил звание профессора гидравлики.

Научно-исследовательскую работу профессор Турсунов А.А. совмещал с педагогической. С 1978 по 1985 гг. он работал профессором кафедры гидрологии суши, деканом географического факультета КазНУ им. аль-Фараби. С мая 1985 г. его трудовая деятельность связана с Институтом географии, в котором он длительное время был директором и где продолжает работать до настоящего времени.

Научные исследования профессора А.А. Турсунова можно разделить на три основных направления: теория расчета виражей и рассеивающих трамплинов, устраиваемых в пределах береговых водосбрасывающих сооружений высоких плотин с целью управления геометрическими формами бурных высокоскоростных потоков воды; теория неустановившегося волнового движения воды в открытых руслах, в том числе движения стоячей (остановившейся) волны в виде волны-прыжка, уединенной волны (солитон) и теории кноидальных волн; геоэкологические исследования по Или-Балхашской проблеме.

Профессор А.А. Турсунов принимал активное участие в научном обосновании «Проекта переброски части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря», являлся научным куратором комплексных исследований, членом Срединной Комиссии Государственного Комитета по науке и технике СССР, членом научно-технического совета Министерства энергетики СССР.

Профессор С.А. Турсунов имеет свыше 150 научных статей, брошюр и монографий. Следует особо отметить монографии: «Введение в гидроэкологию Центральной Азии» (1996 г., на китайском языке), «Арало-

Сырдарьинский бассейн: гидроэкологические проблемы и вопросы вододеления» (2001 г.), «От Арала до Лобнора. Гидроэкология бессточных бассейнов Центральной Азии» (2002 г.). Он является бессменным членом редколлегии журнала «Гидрометеорология и экология».

Большое внимание профессор А.А. Турсунова уделял и уделяет подготовке научных кадров. Под его руководством 20 специалистов защитили кандидатские диссертации, и 8 получили степень доктора наук. Среди его учеников профессора, заведующие кафедрами, руководители вузов Вьетнама, Египта, России, Узбекистана, Украины и Казахстана. И сегодня профессор А.А. Турсунов полон творческих сил и планов.

Мы желаем Абаю Абдурахмановичу крепкого здоровья, воплощения всех идей и научного долголетия.

Коллектив РГП «Казгидромет»,
Редколлегия журнала

**БУРЛИБАЕВ МАЛИК ЖОЛДАСОВИЧ
(К 50-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**



23 февраля 2008 г. исполняется 50 лет одному из ведущих гидроэкологов Республики Казахстан, академику Академии Водохозяйственных Наук Российской Федерации (РАВН), профессору, доктору технических наук Бурлибаеву Малику Жолдасовичу.

Бурлибаев М.Ж. родился 23 февраля 1958 года в с. Кзылкия Казыгуртского района Южно-Казахстанской области в семье сельского учителя-биохимика. После окончания средней школы в 1975 г. поступил в Джамбулский гидромелиоративно-строительный институт (ДГМСИ), который закончил в 1980 г. Еще в студенческие годы он проявил интерес к научной работе и после завершения учебы в институте был распределен ассистентом на кафедру комплексного использования и охраны водных ресурсов гидромелиоративного факультета ДГМСИ. Затем поступил в аспирантуру Центрального научно-исследовательского института комплекс-

ного использования водных ресурсов Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. После окончания аспирантуры с 1986 по 1988 годы он работал младшим научным, а затем научным сотрудником ЦНИИКИВР Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР (ЦНИИКИВР, г. Минск, Республика Беларусь). Именно здесь были получены первые серьезные научные результаты.

В 1986 г. Бурлибаев Малик Жолдасович успешно защищает диссертационную работу на тему «Антропогенное изменение гидрологического режима рек Казахстана» во Всесоюзном научно-исследовательском институте по охране вод Госкомприроды СССР (г. Харьков, Украина) на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

В период с 1989 по 1993 гг. Бурлибаев М.Ж. работал начальником Барановичской горрайинспекции по экологии Госкомприроды Республики Беларусь, совмещая работу исследователя с практической деятельностью.

Второй значительный период научной биографии М.Ж. Бурлибаева (1996 по 2004 гг.) связан с Республиканским государственным предприятием «Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата» Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан (ранее ДГП «КазНИИМОСК» РГП «Казгидромет» МООН РК). За время работы в КазНИИМОСК, благодаря целеустремленности, организаторскому таланту и энергии, им пройден славный трудовой путь от старшего научного сотрудника до Генерального директора. Основное внимание в этот период он уделяет исследованию современного экологического состояния о. Балхаш и основных водотоков Казахстана, на основе этого им разработаны методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию.

В 2004 г. в Таразском государственном университете имени М.Х. Дулати Бурлибаев М.Ж. защитил диссертационную работу «Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы и гидрохимия; 25.00.36 – Геоэкология.

В 2003 г. Малик Жолдасович избран академиком Казахской академии экологии и безопасности жизнедеятельности, а в декабре 2006 г. – академиком Академии водохозяйственных наук Российской Федерации.

Основные научные направления его исследований: проблемы гидроэкологии, водные балансы речных водосборов, гидрохимия, научное обеспечение рационального использования водных ресурсов, моделирование динамики поверхностных вод и устойчивое развитие водных экосистем.

Бурлибаев М.Ж. имеет свыше 150 опубликованных научных трудов, в том числе 17 научных монографий. Следует особо отметить монографии: «Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш» и «Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов» (2002 г.); «Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических методах и моделях» (2003 г.), написанные совместно с известными учеными Казахстана и Республики Беларусь, а также «Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана» (2007 г.).

Стремление передать свои обширные знания молодым – это одна из характерных черт Бурлибаева М.Ж., под его руководством четыре специалиста защитили кандидатские диссертации.

Малик Жолдасович активно участвует в просветительской деятельности, являясь одним из основоположников республиканского научно-технического журнала «Гидрометеорология и экология». Много сделано им и для развития международного сотрудничества, работая в качестве менеджера регионального экологического центра Центральной Азии, учредителями которого являются ООН, Европейский Союз и пять Центрально Азиатских Республик, и первого заместителя директора института ДГП «Инфракос-Экос» Национального космического агентства Республики Казахстан. В настоящее время Бурлибаев М.Ж. работает заместителем Генерального директора по научной работе в Казахстанском Агентстве Прикладной Экологии.

За плодотворную деятельность и разработку методических указаний по научному обоснованию экологического стока рек ниже водохранилищ и крупных гидротехнических сооружений в 1986 г. Бурлибаев М.Ж. награжден золотой медалью ВДНХ СССР, а в 2003 г. Указом Президента Республики Казахстан медалью «Ерен еңбегі үшін».

Мы сердечно поздравляем его с юбилеем, желаем крепкого здоровья, многих лет плодотворной и интересной работы.

Коллектив РГП «Казгидромет»,
Редколлегия журнала