

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау
Министрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 2

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2010

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.М. Зейнуллин, канд. эконом. наук

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Ответственный секретарь

О.С. Галаева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Переводы на казахский язык:

А.М. Бажиева

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 2 (57)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

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

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии ИП «Престиж Центр».

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Л.А. Балакай, Т.В. Дедова, Э.А. Закарин, Б.М. Миркаримова, Н.Б. Тусеева	
Рисковое картирование загрязнения шельфа Каспийского моря при аварийном разливе нефти.	7
Ж.Ш. Жантаев, А.Х. Ахмеджанов, И.В. Каипов	
Определение температурных полей земной поверхности по данным спутникового зондирования.	17
Е.Е. Петрова	
Климатические особенности пространственно-временного распределения относительной влажности воздуха по территории Казахстана.	25
Н.У. Бултеков	
Ветровой перенос массы песка в бассейнах рек Темир, Эмба и Сагыз.	32
В.В. Голубцов, С.А. Ерисковский, А.В. Линейцева	
Изменение стока реки Улкен Алматы при деградации горного оледенения в ее бассейне.	42
А.В. Вагапова	
Оценка допустимых объемов изъятия стока из рек аридной зоны Казахстана.	48
М.А. Абдуев	
Рекогносцировочная оценка состояния речных бассейнов Азербайджана по антропогенной нагрузке.	55
Г.К. Исмаилова, К.Т. Нарбаева, Марс Т. Нарбаев, Т.И. Нарбаев	
Комплексный способ установления категории рек горной части Казахстана.	63
М.Ж. Бурлибаев, Д.М. Бурлибаева, А.А. Волчек, Ан.А. Волчек	
О базисной модели мониторинга наземных экосистем.	68
Г.С. Боранкулова	
Экологическая оценка твердых отходов металлургического производства.	83
А.Н.Күтжанова	
Кен байыту қалдықтарын сақтау қоймасының қоршаған ортаны ластауын бағалау.	88
А.С. Есжанова	
Эколого-геоморфологические основы оценки риска и безопасности жизнедеятельности человека.	97

Г.К. Исмаилова	
Установление приведенной обеспеченности гарантированной отдачи водохранилища сезонного регулирования стока комплексного назначения.	105
С.М. Романова, Айс. Турсунова	
К вопросу о самоочищающей способности речных вод Казахстана. .	110
Ш.С. Аливердиева, Р.Ф. Ахундов, Т.М. Набиева, А.И. Ислам-Заде, С.А. Халилова, М.З. Меликов	
Исследование воздействия ртути на здоровье людей.	121
С.Д. Магай	
Оценка и технология использования возвратных вод на ирригационных системах в среднем течении реки Сырдарья.	130
Қ.Т. Сапаров	
Сарыарқа топонимиясының жер бетіндегі көрінісі.	137
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
Т.В. Худякова, О.С. Голояд, Т.Л. Жданова, Т.И.Криворучко, Н.В. Молчанова, В.В. Жданов, Л.М. Соколова, И.П. Дерюгина, С.Л. Аманкулова	
Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2008 г.	145
А.Ш. Алимгазин, И.Б. Есеркепова, С.Г. Бахтиярова	
Использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для теплоснабжения объектов Республики Казахстан с применением теплонасосных технологий.	165
В.Б. Свалова	
Термоминеральные воды России и их комплексное использование. .	174
М.М. Молдахметов, А.Қ. Мусина	
Сел құбылыстарынан қорғандың әлемдық және қазақстандық тәжірибесі. .	192
Марат Т. Нарбаев, М.К. Бекниязов	
О совершенствовании взаимовыгодного сотрудничества государств-учредителей международного фонда спасения Арала по решению проблем бассейна Аральского моря.	202

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

L.A. Balakay, T.V. Dedova, E.A. Zakarin, B.M. Mirkarimova, N.B. Tusseyeva	
Mapping risk of Caspian sea shelf pollution at the oil outflow.	7
Zh.Sh. Zhantayev, A.KH. Akhmedzhanov, I.V. Kaipov	
Method of land surface temperature estimation using satellite remote sensor data.	17
E.E. Petrova	
Climatic features of the spatio-temporal distribution of relative air humidity over the territory of Kazakhstan.	25
N.U. Bultekov	
Wind transport of sand mass in the basins of Temir, Emba and Saghyz rivers.	32
V.V. Golubtsov, S.A Eriskovskii, A.V. Lineitseva	
Change in streamflow of Ylken Almaty river due to degradation of mountain glaciation in its drainage basin.	42
A.R. Vagapova	
Estimation of permissible volumes of removal of the flow from the rivers of Kazakhstan in arid zone.	48
M.A. Abduyev	
Reconnaissance investigation of the river basins conditions in Azerbaijan by scaling of the anthropogenic load.	55
G.K. Ismailova, K.T. Narbayeva, Mars T. Narbayev, T.I. Narbayev	
Complex method for determination of a category of the Kazakhstan mountain rivers.	63
M.ZH. Burlibayev, D.M. Burlibayeva, A.A. Volchek, An.A. Volchek	
About basic monitoring model for the terrestrial ecosystems.	68
G.S. Borankulova	
Ecological estimation of solid waste of metallurgical manufacture. . . .	83
A.N. Kutjanova	
Estimation of contamination natural ambience tail enrichments.	88
A.S. Yeszhanova	
Ecological and geomorphological framework for the risk assessment and human safety.	97

G.K. Ismailova	
Determination of the resulted probability of guaranteed water-feedback from a complex function season storage reservoir.	105
S.M. Romanova, Ais. Tursunova	
To the question on self-purification capacity of river waters in Kazakhstan..	110
R.F. Aliverdieyva, R.F. Ahundov, T.M. Nabieyva, A.I. Islam-Zade, S.A. Khalilova, M.Z. Melikov	
Investigation of the mercury influence on the human health.	121
S.D. Magay	
Estimation and technology for use of returnable waters of irrigation systems in middle course of Syrdarii river.	130
K.T. Saparov	
Reflecyion of the earth surface through toponyms of Saryarka	137
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
T.V. KHudyakova, O.S. Goloyad, T.L. ZHdanova, T.I. Krivoruchko, N.V. Molchanova, V.V. ZHdanov, L.M. Sokolova, I.P. Deryugina, S.L. Amankulova	
The disastrous hydrometeorological phenomena over the territory of the Republic of Kazakhstan in 2008.	145
A.Sh. Alimgazin, I.B. Eserkepova, S.G. Baktiyarova	
Using unconventional and renewable energy sources for heat supply of objects in the Republic of Kazakhstan with using heat pump technology.	165
V.B. Svalova	
Thermo mineral water of Russia and multipurpose use of them.	174
M.M. Molgahmetova, A.K. Musina	
The world and kazakh experiences in the field of mud protection. . . .	192
Marat T. Narbayev, M.K. Bekniyazov	
About improvement of mutually beneficial relationship between the States, those are founders of the International Fund for Saving of the Aral Sea in addressing the Aral Sea problems.	202

УДК 528.88:504

**РИСКОВОЕ КАРТИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ШЕЛЬФА
КАСПИЙСКОГО МОРЯ ПРИ АВАРИЙНОМ РАЗЛИВЕ НЕФТИ**

Канд. техн. наук	Л.А. Балакай
Канд. техн. наук	Т.В. Дедова
Доктор техн. наук	Э.А. Закарин
Доктор техн. наук	Б.М. Миркаримова
	Н.Б. Тусеева

Разработана методика рискового картирования загрязнения окружающей среды. Методика основана на риск-анализе процессов переноса и трансформации загрязняющих море веществ в пространстве вероятных метеоситуаций и соответствующей гидродинамики моря. В качестве примера рассматривается гипотетический случай аварийного разлива нефти вблизи месторождения Кашаган.

1 Основные положения теории риска

Основная особенность реакции окружающей среды на антропогенные воздействия – это неопределенность. Она может проистекать от неопределенности воздействий, но основной источник – это стохастический характер природных процессов и вытекающая отсюда неопределенность отклика системы на внешние факторы. Вследствие этого теория экологического риска опирается на основные положения теории вероятностей и рассматривает вероятностный отклик окружающей среды на антропогенные воздействия [9, 3]. В основе ее лежат понятия риска, меры и цены риска.

В терминах теории множества задачу можно сформулировать следующим образом. Пусть S – это множество состояний среды, D – множество возможных антропогенных воздействий на окружающую среду, в том числе аварий, R – множество всевозможных результатов. Состояние среды является, как правило, неопределенным, и описывается в рамках теории риска какой-либо вероятностной моделью: т.е. на S задается вероятностное распределение в виде подмножества s . Посредством отображения M оно при каждом воздействии d из D порождает распределение r на R . И, как следствие, каждому воздействию d соответствует свое распределение r на множестве результатов R . Распределение r в теории риска несет смы-

словую нагрузку риска и в зависимости от цели задачи может быть охарактеризовано мерой риска.

Математическая модель рассматриваемой ситуации есть отображение $M: S \times D \Rightarrow R$, сопоставляющее состоянию среды s и воздействию d на результат $r = M(s, d)$. Отметим, что для ранжирования риска необходимо задать некий порядок на множестве распределений, так называемое «отношение предпочтения».

Таким образом, основные проблемы при решении конкретных задач заключаются в следующем:

1. Построить модель неопределенности окружающей среды;
2. Определить вероятностное распределение (риски) на множестве результатов;
3. Выбрать меру риска, отражающую отношение предпочтения в соответствии с принятыми стандартами охраны окружающей среды.

2 Построение модели неопределенности окружающей среды

Сформулируем алгоритм (модель) генерации вероятностной реакции моря на аварийный разлив нефти. Из всех возможных факторов, порождающих неопределенности, выберем фактор, вызывающий наибольший практический интерес. Как правило, при анализе возможных последствий аварий рассматривают, в основном, неопределенность, связанную с моментом аварии. Поэтому в качестве фактора неопределенности будем использовать набор метеорологических ситуаций [8], относящийся к определенному, например, весеннему периоду времени. Серия расчетов на множестве этих ситуаций обеспечит вероятностное пространство, являющееся моделью неопределенности окружающей среды.

Расчеты выполнялись по моделям MIKE 21 HD (моделирование гидродинамики Каспия) и MIKE 21 SA (моделирование распространения нефтяного разлива). Не приводя громоздкие уравнения и их численную аппроксимацию, укажем только, что течения Северного Каспия описываются уравнениями в приближении мелкой воды, что соответствует реальным условиям.

Перенос загрязнителя в водной среде рассматривается как перемещение большого числа дискретных частиц по случайной траектории, т.е. смещение каждой частицы вычисляется как сумма адвективного детерминированного компонента и независимой случайной флуктуации типа Марковского процесса. Такой подход называется методом дискретных частиц Лагранжа. При попадании частицы в водную среду ее траектория и масса

записываются, как функция от времени относительно фиксированной в пространстве расчетной сетки. Движение каждой частицы сопровождается такими физико-химическими процессами, как адвекция, растекание, естественная дисперсия, испарение, формирование эмульсий и др. Плотность распределения всех частиц интерпретируется, как концентрация загрязняющего вещества в узлах расчетной сетки C_{ij} , где (i, j) – указанная расчетная сетка (грид) в x и y направлениях.

Для формирования вероятностного пространства использовались данные, полученные из Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды ECMWF (European Centre for Medium – Range Weather Forecasts) и относящиеся к трем весенним месяцам 2005 года. В соответствии с принятым в этом центре форматом весь период был разбит на отрезки в 120 часов, и каждый отрезок рассматривался как конкретная метеоситуация. Тем самым были сформированы еще два измерения: по времени внутри 120-ти часового отрезка и по числу метеоситуаций.

Таким образом, многовариантные расчеты по распространению и трансформации аварийного разлива нефти дали возможность сформировать множество C_{ijk}^s , где $i = 1, 2, \dots, N_i$ – номер расчетной ячейки в x – направлении, $j = 1, 2, \dots, N_j$ – номер расчетной ячейки в y – направлении, $k = 1, 2, \dots, N_k$ – номер временного слоя, $s = 1, 2, \dots, N_s$ – номер метеорологической ситуации. Концентрация загрязняющего вещества в каждой точке этого 4-х мерного пространства C_{ijk}^s играет роль случайной величины и будем в дальнейшем обозначать ее через X .

Для получения вероятностных полей введем классификацию степени риска («отношение предпочтения»), представленную ниже (табл. 1).

Таблица 1

Классификация степени риска

Номер класса v	1	2	...	N_v
Интервал	$X \geq A_1$	$A_1 \geq X \geq A_2$...	$A_{N_{v-1}} \geq X \geq A_{N_v}$

К сожалению, нормативных документов по оценке экологического риска не существует, поэтому величины A_v и число классов N_v часто выбираются произвольно. Наиболее разумный подход – это учет баланса интересов, т.е. эти критерии не должны тормозить развитие производства и учитывать проблему охраны окружающей среды, например, в форме оплаты эко-

логического ущерба. Однако на практике выбирают такую классификацию, которая соответствует интересам заказчика или принятым нормативам.

Введем понятие вероятности для данной задачи:

$$(P_{ij})_v (A_{v-1} > X \geq A_v) = \frac{(f_{ij})_v}{N_k N_s}, \quad (1)$$

где $(f_{ij})_v$ – повторяемость попадания случайной величины X (здесь концентрации загрязнителя в ячейке грида) в v -ый класс. Как видно из уравнения (1), вероятность $(P_{ij})_v$ рассчитывается с помощью нормировки повторяемости на число испытаний и представляет собой совокупность (по ячейкам грида) вероятностных распределений, порождаемых решениями.

Таким образом, формула (1) определяет модель неопределенности окружающей среды, формируемая путем многократного решения прямой задачи в пространстве характерных для заданного периода метеорологических ситуаций.

3 Построение карты экологических рисков

Следующей задачей является построение алгоритма картирования экологических рисков, порождаемых возможной аварией с выбросами (разливами) загрязняющих веществ. Для этого необходимо ввести понятие меры риска. Имеются различные варианты определения мер риска [14, 15] – математическое ожидание, дисперсия (среднеквадратичное отклонение), мера ожидания полезности, мера возмущенной вероятности, VaR (Value at Risk) и др. Исходя из соображения наибольшей информативности, будем оперировать двумя критериями, математическим ожиданием и риском превышения предельно-допустимых концентраций или других санитарных норм.

Математическое ожидание для данной задачи определяется для каждой ячейки как вероятностное среднее:

$$M_{ij} = \sum_{v=1}^{N_v} (P_{ij})_v \cdot (C_{ij})_v. \quad (2)$$

Распределение M_{ij} определяет карту рисков различного уровня загрязнения заданной территории.

При анализе этой карты применим указанную выше качественную шкалу – «очень плохо», «плохо», «средне», «хорошо» и «очень хорошо», причем априори примем, что в ближайшей окрестности места аварии реализуется состояние «очень плохо».

Анализ риска по осредненным данным дополним картированием риска превышения санитарных норм. Это можно осуществить с помощью расчета вероятности превышения санитарной нормы A^* с масштабированием к максимальной величине (100% вероятность):

$$(R_{ij})^* = \frac{(P_{ij})^*(X \geq A^*)}{\max(R_{ij})^*} \cdot 100\% . \quad (3)$$

Таким образом, карты величин M_{ij} и $(R_{ij})^*$ обеспечат качественную и количественную оценки меры риска загрязнения окружающей среды вследствие аварийного выброса или разлива загрязняющих веществ. Следует подчеркнуть, что эти величины принципиально отличаются друг от друга. Первая характеризует риск загрязнения по всем классам, в то время как вторая – вероятность повторяемости высокого уровня загрязнения водной среды.

4 Рисковое картирование нефтяного загрязнения моря

Наиболее опасным для прибрежных зон техногенным воздействием является аварийные разливы нефти. Особенно высок риск таких происшествий в районах, где расположены затопленные и плохо законсервированные скважины, ведется промысел нефти или ее транспортировка [1]. Разливы нефти, утечка нефтепродуктов могут привести к ухудшению экологической ситуации не только в районе разлива, но и близлежащих районах. При этом тип берега и местные климатические условия определяют поведение нефтяного пятна и степень его воздействия на окружающую территорию. В соответствии с международными рекомендациями, карты чувствительности являются составной частью любого плана на случай ликвидации разлива нефти. Таким образом, карты рисков зон нефтяного загрязнения представляют собой информационную среду, позволяющую оперативно определять приоритеты при ликвидации разливов, моделировать и прогнозировать процесс, связанный с разливами нефти, а также оценивать предварительный ущерб, нанесенный в результате выбросов нефти на побережье.

Применим разработанный алгоритм к задаче нефтяного загрязнения моря при аварии на трубопроводе, проложенном по морскому дну Северного Каспия. Для определенности предположим, что авария произошла на морском участке некоего трубопровода, проложенного от месторождения на шельфе моря до нефтеперерабатывающего завода на берегу. Расчет количества нефти, вылившейся в результате аварии, выполним по методи-

ке ПНГ «ЭКОЛОГ» [4]. Параметры трубопровода и места аварии зададим произвольно, ориентируясь на мощность среднего внутрипромыслового нефтепровода (см. Рис. 1).

Расчет риска загрязнения морской поверхности при аварии на нефтепроводе

Координаты точки повреждения X, Y, Z (UTM 39, WGS 84) 606283,5166007,-32

Координаты насосной станции, расп. слева от аварии 597018,5142375,-27

Координаты насосной станции, расп. справа от аварии 611314,5234215,-25

Координаты задвижки 1 604869,5156879,-31.3

Координаты задвижки 2 607045,5167643,-30.3

Координаты точки перелома 1 602320,5147976,-32.8

Координаты точки перелома 2 609773,5181720,-29

Координаты точки перелома 3 616994,5194664,-28

Координаты точки перелома 4 613284,5199826,-28

Координаты точки перелома 5

Квартал разлива нефти
 I квартал 2005г. III квартал 2005г.
 II квартал 2005г. IV квартал 2005г.

Глубина заложения нефтепровода, [м] 1.8

Внутренний диаметр нефтепровода, [м] 0.7112

Форма и размеры разрыва трубы круг 0.5

Расход нефти на поврежденном участке, [м3/ч]

Давление в начале участка, [Па] 6000000

Давление в конце участка, [Па] 1400000

Расход нефти в исправном нефтепроводе, [м3/ч] 2917.17

Физические и химические свойства нефти			
N фракции	Описание	Температура кипения	%
1	C6 - C12(Paraffin)	069 - 230 °C	25.09
2	C13 - C25(Paraffin)	230 - 405 °C	11.93
3	C6 - C12(Cycloparaffin)	070 - 230 °C	10.31
4	C13 - C23(Cycloparaffin)	230 - 405 °C	7.95
5	C6 - C11(Paraffin)	080 - 240 °C	5.28
6	C12 - C18(Paraffin)	240 - 400 °C	19.88
7	C9 - C25(Paraffin)	180 - 400 °C	9.56
8	Residual (incl. heterocycles)	>400 °C	10

Относительная температура °C 10

Вязкость при относительной температуре (сст) 3.66

Температура нефти °C 41

Плотность нефти, т/м3 0.9

Рис. 1. Входные параметры модели расчета рисков, связанных с аварией на нефтепроводе.

Классификацию по загрязнению поверхности моря выполним согласно табл. 2 [10]. Из сопоставления табл. 1 и табл. 2 видно, что $A_1 = 0,2$ мм, $A_2 = 0,05$ мм, $A_3 = 0,005$ мм, $A_4 = 0,0003$ мм, $A_5 = 0,00004$ мм. В качестве санитарной нормы выберем минимальную толщину $A^* = 0,005$, при которой нефтяная пленка может быть еще обнаружена по данным космической радиолокационной съемки.

Классификация загрязнения нефтью поверхности моря

№ класса	Толщина нефтяной пленки, мм	Описание
1	0,2 и более	Пятно нефтяного цвета с четкими границами
2	0,05...0,2	Разрывное пятно нефтяного цвета
3	0,005...0,05	Металлическая пленка
4	0,0003...0,005	Радужная пленка
5	0,00004...0,0003	Тонкая пленка (серое пятно)

Технология расчета включает следующим этапы:

1. Формирование пакетов метеоситуаций с заблаговременностью 120 часов, относящихся к выбранному периоду времени (здесь – второму кварталу 2005 года). Метеополя в период указанных метеоситуаций меняются 4 раза в сутки.
2. Создание базы данных температуры воздуха и воды Северного Каспия (<http://cliware.meteo.ru/izotpp>; <http://hmc.hydromet.ru/sea>).
3. Многократный расчет динамики течений по модели MIKE 21 в модуле HD [12, 13], используя адаптированную к условиям Каспия методику [2, 7]. Формирование пакета морских и воздушных течений;
4. Расчет массы нефти, вылившейся в толщу воды по методике ПНГ «ЭКОЛОГ» [4];
5. Многократный расчет нефтяного загрязнения моря по модели MIKE 21 в модуле SA [11] для всего пакета морских и воздушных течений;
6. Конвертирование результатов моделирования нефтяного загрязнения моря с помощью инструментов MIKE Zero в точечные shp-файлы;
7. Преобразование полученных наборов shp-файлов в грид-формат с помощью инструментов ArcInfo Workstation и формирование матрицы C_{ijk}^s ;
8. Расчет математического ожидания M_{ij} с помощью функций и процедур ArcInfo Workstation и построение соответствующей карты;
9. Расчет полей риска $(R_{ij})^*$ загрязнения моря нефтяной пленкой с помощью функций и процедур ArcInfo Workstation, толщина которой не меньше 0,005 мм и построение соответствующей карты риска.

Рис. 2 иллюстрирует результат качественного анализа риска загрязнения моря. Расчет показал, что в результате аварии на нефтепроводе риску загрязнения будет подвержена территория порядка 590 км². С наибольшей вероятностью для заданного периода (2 квартал 2005 г.) нефть будет распространяться в северо-восточном направлении, и территория площадью порядка 16 км² будет подвержена высокому риску загрязнения. Территория размером 118 км², расположенная северо-восточнее и юго-

западнее от места аварии, будет подвержена риску загрязнения нефтью со средней степенью вероятности.



Рис. 2. Степень риска нефтяного загрязнения моря при аварии на нефтепроводе.

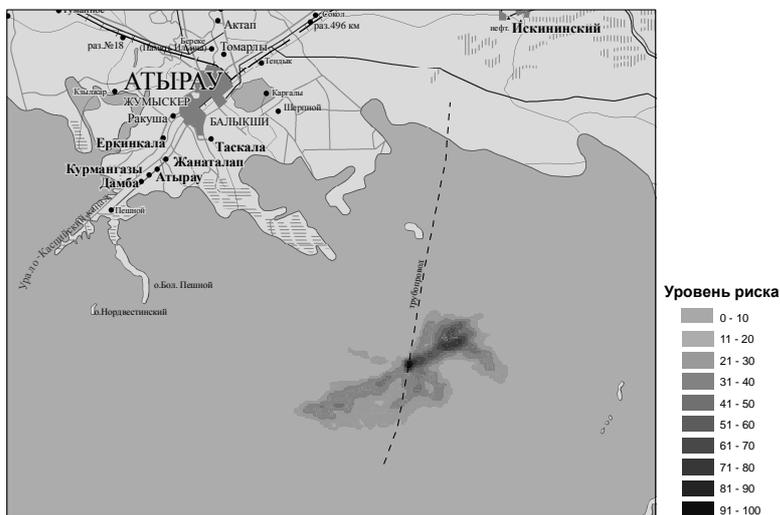


Рис. 3. Риск загрязнения моря нефтяной пленкой толщиной более 0,005 мм.

Рис. 3 демонстрирует результаты расчета полей риска загрязнения моря нефтяной пленкой, толщина которой более 0,005 мм. Расчеты показали, что нефтяная пленка указанной толщины распространится на 20 км в северо-восточном и юго-западном направлениях относительно источника загрязнения. Распространение нефтяной пленки в северо-западном и юго-

восточном направлениях составляет около 10 км. Кроме того, с вероятностью 11...20 % нефтяные пятна будут распространяться в западном направлении на расстояние 70 км и в северо-восточном направлении на расстояние 35 км. С вероятностью около 80 % нефтяное пятно толщиной более 0,005 мм переместиться от места аварии на расстояние 8 км в северо-восточном направлении.

Таким образом, разработана методика расчета и картирования рисков загрязнения окружающей среды при авариях на нефтепроводах. Методика предполагает построение модели неопределенности отклика окружающей среды на антропогенное воздействие путем многократного расчета прямой задачи на фоне большого набора полей метеозащитных элементов, характерных для выбранного периода времени. Результирующее множество полей концентрации загрязнителя используется для расчета различных мер риска и их картирования для конкретной территории. Методика может получить дальнейшее развитие, если полученные карты риска обработать совместно с картами проживания населения и картами распределения других экологически чувствительных биологических сообществ. Таким путем можно оценить риски неблагоприятного воздействия аварии на человека и биоту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закарин Э.А., Кипшакбаев А.И., Мухамедгалиев А.Ф. Мониторинг и моделирование территориальных процессов Северного Каспия. – Алматы: Гылым, 2003. – 170 с.
2. Йенсен Х.Р., Ивкина Н.И., Строева Т.П. Некоторые результаты тестирования системы предупреждения штормовых нагонов на Каспийском море // Гидрометеорология и экология. – 2002. – №1. – С. 93-100.
3. Оценка риска при анализе функционирования нефтегазопроводов и их взаимодействия с окружающей природной средой. // «Энергия». Тбилиси. 2002. №1(21), С. 3-13.
4. Программа расчета выбросов вредных веществ при авариях на нефтепроводах «АВАРИИ НА НЕФТЕПРОВОДАХ», фирма "Интеграл", г. Санкт-Петербург, согласованная с ГГО им. Воейкова.
5. Шиварева С.П., Ивкина Н.И., Строева Т.П., Васенина Е.И. Расчет ветровых нагонов на казахстанском побережье Каспийского моря на основе модели MIKE 21 / Сб. докладов международного научного семинара по экологическим проблемам прикаспийского региона. – М.: 2000. – С. 14-16.
6. Buhlmann Hans Mathematical Methods in Risk Theory. Springer, Berlin, 1970.

7. Dr. Olaf Trieschmann. How to detect oil spills? Workshop - Satellite Monitoring and Assessment of Sea-based Oil Pollution in the Black Sea. 15 June 2005.
8. Mahura, A. Baklanov, J. H. Sorensen. Methodology for evaluation of possible consequences of accidental atmospheric releases of hazardous matter// Radiation Protection Dosimetry Journal, February 2002, PP. 1-8.
9. MIKE 21 & MIKE 3 PA/SA. Particle Analysis and Oil Spill Analysis Module. User Guide. DHI Software 2005. P 106.
10. MIKE 21 Flow Model. Hydrodynamic module. Scientific Documentation. DHI Software 2005. P 58.
11. MIKE 21 Flow Model. Hydrodynamic module. User Guide. DHI Software 2005. P 90.
12. Wang S. Premium calculation by transforming the layer premium density. ASTIN Bulletin, 26, 1996, pp. 71 – 92.
13. Young V.P. Discussion of Christofides' Conjecture Regarding Wang's Premium Principle. ASTIN Bulletin, 29, 2, 1999, pp. 191 – 195.

Казгеокосмос, г. Алматы

КАСПИЙ ТЕҢІЗІ ҚАЙРАҢЫН МҰНАЙДЫҢ АПАТТЫҚ ТӨГІЛУІ КЕЗІНДЕГІ ЛАСТАНУЫНЫҢ ТӘУЕКЕЛДІЛІК КАРТАЛАУ

Техн. ғылымд. канд.	Л.А. Балакай
Техн. ғылымд. канд.	Т.В. Дедова
Техн. ғылымд. докторы	Э.А. Закарин
Техн. ғылымд. докторы	Б.М. Миркаримова
	Н.Б. Тусеева

Қоршаған ортаның ластануының тәуекелді карталау әдістемесі дамытылады. Бұл әдістеме ықтимал метеожаздайлар мен тиісті теңіз гидродинамикасы кеңістігінде теңізді ластаушы заттардың трансформациясы мен тасымалдану процестерінің тәуекел – талдауына негізделеді. Мысал ретінде Қашаған кенорны маңында гипотезалық апат жағдайы қарастырылады.

УДК 551.501: 629.195.1

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ДАННЫМ
СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Доктор физ.-мат. наук

Ж.Ш. Жантаев

Доктор техн. наук

А.Х. Ахмеджанов

И.В. Каипов

Усовершенствована технология расчета температуры подстилающей поверхности на основе спутниковой информации с применением программных пакетов обработки космических изображений.

Распределение температуры подстилающей поверхности является важным параметром при описании физических процессов, происходящих на земной поверхности. Температура земной поверхности, рассчитанная с использованием спутниковых данных, после соответствующей параметризации, может быть использована для оценки прогнозов, полученных на основе мезомасштабных и глобальных метеорологических и климатических моделей [1], при анализе изменений земного покрытия [2], для мониторинга и расчета влажности почвы [3] и т.д. Излучательная способность земной поверхности также является критическим параметром, который влияет на точность расчета температуры земной поверхности при использовании алгоритма расщепленного окна. Было выполнено большое количество работ, касающихся этого аспекта проблемы [4-10]. В работе [11] использовался метод температурно-независимых индексов для расчета излучаемости земной поверхности.

Основываясь на результатах и анализе предыдущих исследований, и требовании для определения температурных режимов в геодинамически активных зонах, авторами предложен модифицированный алгоритм построения температурных полей. Он отличается от стандартного, предложенного разработчиками продуктов MODIS, способа определения излучающей способности земной поверхности и параметров атмосферы.

При определении температуры подстилающей поверхности возникают две основные трудности. Одна из них – влияние излучающей способности земной поверхности. Поскольку земная поверхность не является абсолютно черным телом, то это обстоятельство необходимо принять во

внимание при расчетах. Другой трудностью является учет процессов, происходящих в атмосфере. Даже при небольшой облачности атмосферные аэрозоли могут значительно повлиять на восходящее излучение, а следовательно, и на результаты расчета температуры подстилающей поверхности. Основным поглотителем теплового инфракрасного излучения при ясном безоблачном небе является водяной пар. Учет его влияния на пропускную способность атмосферы, необходим для корректного расчета температуры поверхности земли.

Рассмотрим наиболее широко применяемые на практике алгоритмы расчета температуры подстилающей земной поверхности (ТПЗ). Алгоритм расчета температуры подстилающей земной поверхности основывается на переносе термического излучения от земной поверхности через атмосферу к удаленному сенсору. Излучающая способность поверхности должна учитываться при подсчете теплового потока от Земли. Атмосфера также оказывает влияние на полученное сенсором излучение. С учетом вышесказанного уравнение переноса излучения для расчета ТПЗ можно записать следующим образом:

$$B_i(T_i) = \tau_i(\theta) [\varepsilon_i B_i(T_s) + (1 - \varepsilon_i) I_i^\downarrow] + I_i^\uparrow$$

T_i – яркостная температура в i -ом канале, $\tau_i(\theta)$ – пропускная способность атмосферы в i -ом канале в направлении обзора θ (зенитный угол от надира), ε_i – излучающая способность, $B_i(T_{i,s})$ – функция Планка, I_i^\downarrow – нисходящий и I_i^\uparrow – восходящий поток излучения, соответственно.

Функция Планка является ядром уравнения переноса, и ее упрощение является одним из необходимых условий расчета температуры подстилающей земной поверхности. Она разлагается в ряд Тейлора по малому значению отклонения температуры от среднего. В результате её можно заменить линейным уравнением $B_i = a_i + b_i T$. Расчет излучения производится в интервале температур от 273 до 322 °К для 31 и 32-го каналов MODIS. Регрессионные линейные уравнения выглядят следующим образом:

$$B_{31}(T) = 0,13787 \cdot T_{31} - 31,65677, \quad \sigma^2 = 0,9971$$

$$B_{32}(T) = 0,11849 \cdot T_{32} - 26,50036, \quad \sigma^2 = 0,9978$$

Величина среднеквадратичного отклонения σ^2 указывает на высокую степень корреляции.

Используя спектральную базу ASTER (URL: <http://speclib.jpl.nasa.gov>), было определено, что материалы, составляющие

земную поверхность, имеют излучательную способность выше 0,97 с незначительными отклонениями в диапазоне длин волн 10,78...11,28 мкм и 11,77...12,27 мкм. Хотя земная поверхность имеет сложную структуру, можно выделить 3 основных компонента (растительность, почва и вода). Для водной поверхности можно непосредственно использовать значения излучаемости для термических каналов MODIS. Для земной поверхности излучаемость можно рассчитать из соотношения:

$$\varepsilon B(T) = P_v \varepsilon_v B(T_v) + (1 - P_v) \varepsilon_s B(T_s),$$

$$\varepsilon = P_v R_v \varepsilon_v + (1 - P_w - P_v) R_s \varepsilon_s,$$

где ε – средняя излучаемость смешанного пикселя, T – средняя температура пикселя, T_i ($i = v, s$) – температура компонента пикселя, P_v – растительная фракция, ε_v и ε_s определяют излучаемость растений и почвы соответственно. Излучение R_v и R_s вычисляются из соотношения

$$R_i = B(T_i)/B(T),$$

где i определяет растительность ($i = v$) и почву ($i = s$). Разница температур растительности и почвы незначительна при температуре воздуха над поверхностью почвы около 15 °С, при температуре воздуха 50 °С, разница составляет 10...12 °С.

Методика классификации покрытия земной поверхности (MLCCA) включает две базы данных. В алгоритме классификации используется как база данных наземных наблюдений по всему земному шару, так и многомерные мультиспектральные и разновременные данные MODIS. Результаты многочисленных экспериментов показали, что для различных атмосферных условий при ясном небе точность расчета содержания воды составляет ± 13 %. Точность можно повысить путем привлечения дополнительных каналов MODIS, температурного профиля атмосферы и т.д.

Пропускная способность атмосферы может быть промоделирована с использованием пакетов MODTRAN, LOWTRAN. Для проведения моделирования в качестве входных параметров необходимо задать атмосферные профили. Получить измеренные профили атмосферных параметров для определенного срока задача невыполнимая. Одним из путей определения пропускной способности является моделирование различных атмосферных ситуаций (разное содержание воды, профили температуры и влажности) и получение эмпирических формул.

Результаты моделирования показали существенное различие в значениях пропускной способности атмосферы для 31 и 32 каналов MODIS. С увеличением содержания воды в атмосфере эти различия возрастают, а также появляется зависимость пропускной способности от температуры. Пропускная способность зависит и от других газов составляющих атмосферу, однако их содержание меняется незначительно, и во многих расчетах не учитывается. Что касается излучаемости земной поверхности, то были проанализированы 78 значений дневной и ночной радиояркостной температуры, при различных покрытиях земной поверхности, для пары длин волн (11,2 и 12,3 мкм). Расчет продукта MOD07 выполнен с использованием программного пакета IMAPP. Наиболее репрезентативными, проанализированными и доступными для научных исследований являются климатические данные TOVS (TOVS – это вертикальный зондировщик атмосферы). TOVS climate data – коллекция данных трех инструментов на борту серии полярных спутников NOAA. Инструменты: HIRS (High Infrared Sounder – инфракрасный зондировщик), MSU (Microwave Sounder Unit – микроволновый зондировщик), SSU (Stratospheric Sounder Unit – стратосферный зондировщик). Приборы TOVS были впервые запущены на борту спутника TIROS-N 13 октября 1978 года. Данные включают следующие метеорологические параметры: излучение при ясном и облачном небе, профили температуры и влажности, температуру воздуха у земли и над водной поверхностью, температуру земной и водной поверхности, облачное покрытие, высоту облачности, осадки, излучающую способность земной поверхности, восходящую длинноволновую радиацию, альбедо, вертикальный профиль озона. Эти геофизические параметры интерполированы в узлы регулярной сетки, с шагом $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ и разделены на временные группы: ежедневные, пятидневные, ежемесячные, сезонные, годовые.

В стандартном алгоритме температура подстилающей поверхности (продукт MOD11_L2 LST) генерируется с использованием MODIS продукта (MOD021KM), данных геолокации (MOD03), атмосферных профилей температуры и влажности – продукт (MOD07_L2), маски облачности продукт (MOD35_L2), земного покрытия (MOD12Q1), и снежного покрова (MOD10_L2). Информация об атмосферных профилях находится в продукте MOD07: общее содержание озона; параметр устойчивости атмосферы; содержание водяного пара; температурные и влажностные профили атмосферы, на 20 и 15 уровнях соответственно.

Выходной файл содержит данные о температуре и радиояркостной температуре земной поверхности, излучаемости в 31 и 32 каналах, зенитном угле, времени, широте и долготе для каждых 5 линий сканирования и 5 пикселей, локальных и глобальных атрибутов. Продукт MOD11_L2 рассчитывается с использованием обобщенного алгоритма расщепленного окна. Поля температуры и содержания водяного пара рассчитываются с разрешением 5×5 км из продукта MOD07_L2. Для определения ТПП необходимо рассчитать излучаемость для каждого пикселя поверхности. Температура земной поверхности рассчитывается только для свободных от облачности пикселей, определяемых через MODIS продукт MOD35_L2. Расчет занимает значительные временные и вычислительные ресурсы.

В модифицированном алгоритме изменения коснулись способа определения атмосферных данных. Если в стандартном алгоритме для определения атмосферных профилей температуры и влажности используется продукт (MOD07_L2), то в модифицированном профили получают по климатическим данным TOVS. В стандартном алгоритме радиояркостная температура T_b определяется как средняя спектральная функция отклика (весовой метод интегрирования) для каждого из 2-х каналов. В области температур насыщения (платформа Terra 392 К – для 31 и 340 К – для 32 каналов; платформа Aqua: 387 К – для 31 и 340 К – для 32 каналов) ошибка может превышать 0,1 К для 8, 9 и 10 детекторов. Для уменьшения ошибки применяется линейная корреляция. Коэффициенты определялись путем сравнения данных полученных с использованием весового метода интегрирования и метода центральной длины волны. Класс покрытия каждого пикселя определяется из продукта MOD12Q1. После того как идентифицирован класс пикселя, излучаемость \mathcal{E}_{31} и \mathcal{E}_{32} вычисляется по базе данных. В стандартном алгоритме излучаемость находится путем загрузки набора частей 10°×10° MODIS карт покрытия, что значительно превышает размеры сцены и увеличивает время вычисления. В модифицированном алгоритме загружаются только лента глобальной карты покрытия, соответствующая определенным долготам. Используется такая же классификация, что и в стандартном алгоритме. Глобальная карта в проекции Plate Carrée (Бинарный MOD12Q1 1 km) доступна на сайте разработчиков (<http://duckwater.bu.edu/lc/mod12q1.html>). В модифицированном алгоритме маска облачности и водной поверхности накладывается при конвертации формата HDF в GeoTiff формат.

Изменения, внесенные в стандартный алгоритм.

1. Модифицирован метод радиометрической коррекции каналов (31 и 32).

2. Используются климатические данные для определения температуры и влажности.

3. Модифицирован метод расчета излучаемости.

4. Не используется маска облачности.

Технология расчета по модифицированному алгоритму (рис.):

1. Выбор сцен по заданным критериям (Территория – Казахстан, Время суток – ночь, Облачность < 30 %).

2. Расчет температуры подстилающей земной поверхности (на выходе продукт LST).

3. Расчет маски облачности и водной поверхности (на выходе продукт MOD14).

4. Наложение маски облачности и водной поверхности (MOD14+LST+MOD03).

5. Конвертация HDF формата в GeoTiff формат или рисунок (JPG или PNG).

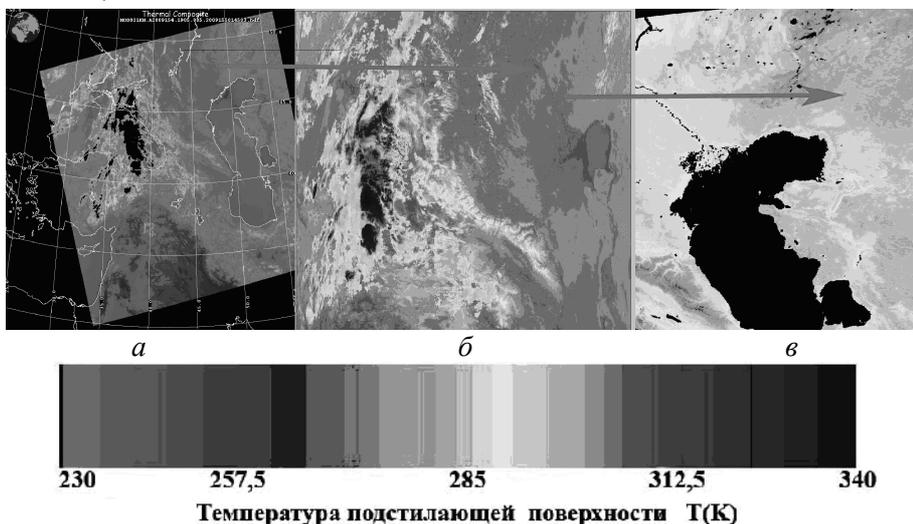


Рис. Технология расчета по модифицированному алгоритму (а – выбор по термическому композиту, б – расчет ТПП, в – представление данных в формате GeoTiff).

Сравнение рассчитанных по спутниковым данным температуры подстилающей поверхности с наземными измерениями является сложной задачей, поскольку земная поверхность гетерогенна как по температуре, так и по излучательной способности. Сравнение наземных точечных измерений и ос-

редненных по пространству спутниковых данных возможно, если измерения проводятся на термически однородной поверхности, размеры которой в несколько раз превышают разрешающую способность сенсора спутника (для сенсора MODIS она составляет 1 км²). Для уточнения предлагаемого метода необходимо провести расширенные измерения температуры поверхности на разных типах почв, растительного покрова и сезонов года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Bates J.J., X. Wu D.L. Jackson. Interannual variability of upper-tropospheric water vapor band brightness temperature // *J. Climate*, 1996, 9, - P. 427-438.
- 2 Becker F., Li Z. Towards a local split window method over land surfaces // *International Journal of Remote Sensing*, 11(3):369–393, 1990.
- 3 Coll, C., Caselles, V., Sobrino, A. and Valor, E. On the atmospheric dependence of the split-window equation for land surface temperature // *Remote Sensing of environment*, 27, 1994, – P. 105-122.
- 4 Franc A, Cracknell, A.P., Retrieval of land and sea surface temperature using NOAA-11 AVHRR data in northeastern Brazil. *International Journal of Remote Sensing*, 15, – P. 1695-1712.
- 5 Jackson D.L., Bates J.J. A 20-yr TOVSradiance Pathfinder data set for climate analysis // *Proceedings 10th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography*, 2000, – P. 426-429.
- 6 Qin Z., Olmo G.D., Karnieli A., 2001. Derivation of split window algorithm and its sensitivity analysis for retrieving land surface temperature from NOAA-advanced very high resolution radiometer data // *Geophysical Research*, – P. 22 655-22 670.
- 7 Snyder W., Wan Z. Surface temperature correction for active infrared reflectance measurements of natural materials // *Appl. Optics*, vol. 35, no. 13, 1996. – P. 2216-2220.
- 8 Susskind J., J. Rosenfield D. Reuter, M. T. Chahine. Remote Sensing of weather and climate parameters from HIRS2/MSU on TIROS-N // *J. Geophys. Res.*, vol. 89, no. D3, 1984. – P. 4677-4697.
- 9 Sutton, J. C., Gillespie T. J., Hilebrand P. D. Monitoring weather factors in relation to plant disease of dew periods // *Plant Disease*, vol. 68, no. 1, 1984. – P. 78-84.
- 10 Ulaby F. T., Moore R. K., Fung A. K. *Microwave Remote Sensing: Active and Passive, Volume III, from Theory to Applications*, North Bergen, NJ: Book-Mart Press, Inc., 1986.

- 11 Vidal A. Atmospheric and emissivity correction of land surface temperature measured from satellite using ground measurements or satellite data // Int. J. Remote Sens., vol. 12, no. 12, 1991. – P. 2449-2460.

Институт космических исследований, г. Алматы

СПУТНИКТИ БАРЛАП БАЙҚАУДЫ МӘЛІМЕТТИҢ ЖЕР БЕТІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ӨРІСТЕРІНІҢ АНЫҚТАУЫ

Физ.-мат. ғылымд. докторы Ж.Ш. Жантаев
Техн. ғылымд. докторы А.Х. Ахмеджанов
И.В. Каипов

Астына төселген беттер температураның есептеуінің технологиясы ғарыштық суреттердің өңдеуінің программалық пакеттерінің қолдануымен спутникті мәліметтерін негізде жетілдірілген.

УДК 551.521.17

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ПО ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

Е.Е. Петрова

В статье рассматриваются некоторые статистические характеристики относительной влажности воздуха и особенности их распределения по территории Казахстана за период 1971...2000 гг. Приводится оценка изменения относительной влажности воздуха за период 1971...2008 гг.

Нижний слой атмосферы представляет собой механическую смесь нескольких газов, состав которых можно рассматривать как постоянный. Из постоянных составных частей атмосферы 78 % составляет азот, 20,95 % – кислород, 0,93 % – аргон. На долю остальных газов (CO₂, Ne, He, Kr, H₂, Xe, O₃) приходится примерно 0,04 %. К непостоянным составным частям тропосферы относят воду, которая может присутствовать в трех агрегатных состояниях (твердом, жидком и газообразном), а также определенное количество взвешенных частиц (пыль, пепел, сажа и т.д.). Вода в первом агрегатном состоянии при низких температурах содержится в облаках в виде кристаллических частиц или полных кристаллов, во втором состоянии – в форме микроскопически маленьких капелек в облаках и тумане или в виде дождевых капель большого размера. Третье агрегатное состояние воды – водяной пар, который может быть насыщенным или ненасыщенным [3].

Содержание водяного пара в атмосфере оценивается с помощью характеристик влажности воздуха, или гигрометрических величин, к которым относятся: давление водяного пара, абсолютная и относительная влажность, массовая доля водяного пара, отношение смеси, точка росы и дефицит давления водяного пара.

Наблюдения за характеристиками влажности воздуха проводят на метеорологических станциях каждые 3 часа. Относительную влажность воздуха измеряют с помощью волосяного гигрометра, парциальное давление водяного пара рассчитывают по психрометрическому методу. Остальные характеристики влажности – дефицит точки росы и давление, абсо-

лютная влажность воздуха рассчитываются по эмпирическим формулам и вспомогательным таблицам [4].

Наиболее употребительными метеорологическими характеристиками влажности воздуха являются относительная влажность и парциальное давление водяного пара, которые характеризуют степень насыщенности воздуха водяным паром. Данная работа посвящена исследованию пространственно-временных особенностей распределения относительной влажности воздуха по территории Казахстана. В качестве исходных данных в работе были использованы среднемесячные значения относительной влажности воздуха более 80 метеостанций Казахстана (рис. 1) за период 1971...2008 гг.

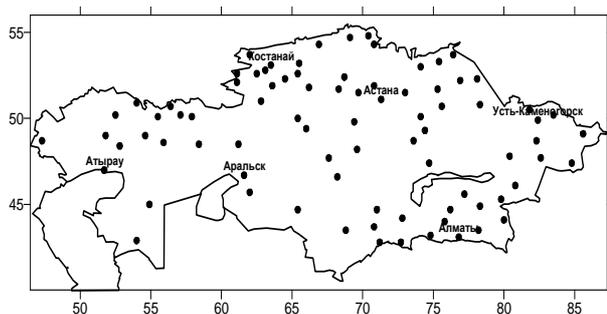


Рис 1. – Схема метеостанций Казахстана, данные которых использовались в работе.

Глубоко континентальное расположение Казахстана, определённый характер ландшафтов, растительности, почв, речного стока и прочих элементов физико-географической среды создают своеобразные условия распределения относительной влажности воздуха по территории. Распределение многолетних значений относительной влажности воздуха по территории Казахстана, осреднённых за год и за центральные месяцы сезонов, представлено на картах (рис. 2).

Среднегодовые значения относительной влажности воздуха по территории Казахстана колеблются от 55 до 70 % и увеличиваются с юга на север (рис. 2). В предгорных и горных районах Казахстана, а также вблизи крупных водоёмов (Каспийское и Аральское моря) относительная влажность возрастает до 60...65 %. В пустынных районах юга Казахстана уменьшается до 55 %. В январе поле значений относительной влажности практически однородно и колеблется от 70 до 80 %. В апреле пространственное распределение относительной влажности приобретает зональный характер, сходный с распределением температуры воздуха. В северной половине Казахстана и в горных районах значения равны 60...70 %. На остальной территории лежат в пределах

51...55 %. В июле общий зональный характер распределения влажности сохраняется, но значения значительно уменьшаются, достигая минимума (меньше 40 %) в южных районах Казахстана. На севере Казахстана и в горных районах относительная влажность воздуха составляет 50...65 %. В октябре поле относительной влажности практически полностью совпадает с полем распределения среднегодовых значений.

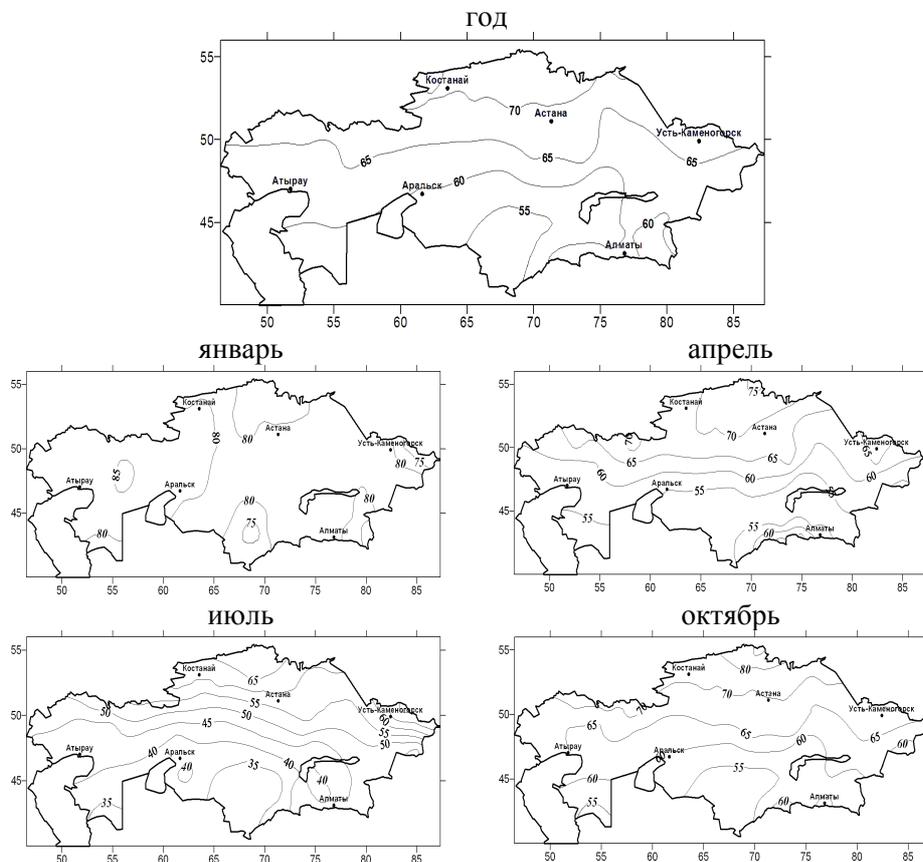


Рис. 2. Распределение среднегодовой и среднемесячной относительной влажности воздуха (%) по территории Казахстана.

Для всех приведённых выше карт по формуле (1) была вычислена ошибка средней или ошибка репрезентативности [5]:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение, n – количество лет (в данном случае $n = 30$).

Ошибка вычисления среднегодовых значений относительной влажности воздуха по территории Казахстана лежит в пределах 0,3...0,9 %.

рассматривать отдельно по месяцам, то в январе колеблется от 0,5 до 1,3 %, в апреле и июле – от 0,8 до 1,8 %, в октябре – от 0,9 до 1,8 %.

Годовой ход относительной влажности на территории Казахстана. Выявлены три зоны, отличные друг от друга по распределению внутригодового хода относительной влажности воздуха. Для первой зоны, занимающей северные области Казахстана (Кустанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская, Павлодарская), в годовом ходе характерно увеличение значений относительной влажности воздуха с июля до конца марта и уменьшение значений с апреля по июль. Максимум относительной влажности воздуха для первой зоны приходится на период ноябрь – март ($\approx 80\%$), а минимум – на май – июнь ($\approx 50\ldots 55\%$). Для второй, высокогорной зоны (более 800 м) Казахстанской части Алтая, занимающей крайние северные районы Восточно-Казахстанской области, нет ярко выраженного годового хода. Во все месяцы года влажность воздуха здесь лежит в пределах 60...70 %. Для третьей, самой большой зоны, куда входит вся остальная территория Казахстана, в годовом ходе наблюдается увеличение значений относительной влажности воздуха с сентября и до конца февраля, а с марта по август уменьшение. Максимум относительной влажности воздуха для третьей зоны наблюдается зимой ($\approx 80\%$), а минимум летом (30...50 %).

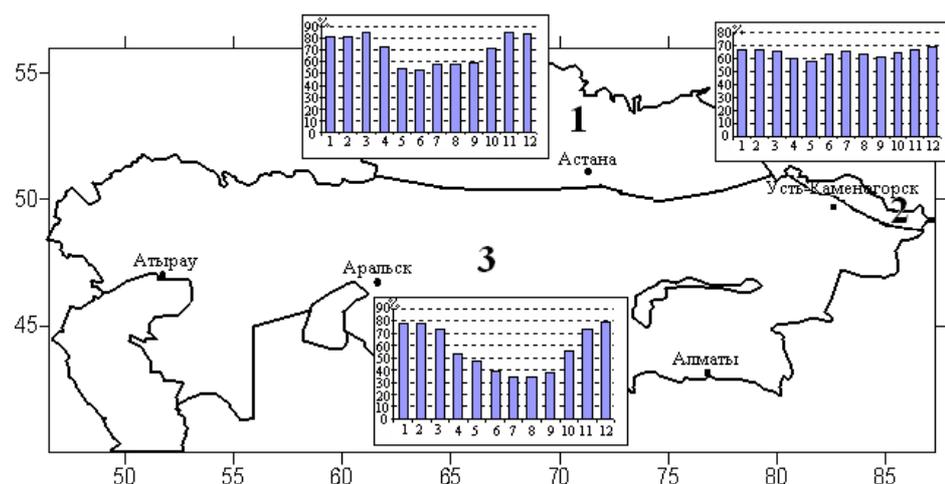


Рис. 3. Карта-схема распределения внутригодового хода относительной влажности воздуха по зонам в Казахстане.

Анализ среднемесячных значений относительной влажности воздуха показал, что максимальные значения могут колебаться в отдельные месяцы холодного периода от 86 до 100 %. А минимальные могут достигать очень низких значений, равных 18...25 % на юге Казахстана и 36...48 % на севере.

Оценка изменения относительной влажности воздуха проводилась за период 1971...2008 гг. При этом, в качестве меры интенсивности изменений относительной влажности воздуха за указанный интервал времени использовался коэффициент линейного тренда, определённый по методу наименьших квадратов и характеризующий среднюю скорость изменения исследуемой переменной. Все полученные тренды проверялись на значимость с помощью критерия Фишера при 5 % уровне значимости [1, 2]. На рис. 4 представлены карты пространственного распределения коэффициентов линейного тренда относительной влажности воздуха, средней за год, холодный (ноябрь – март) и тёплый (апрель – октябрь) периоды. На картах хорошо видно, что изменения происходили неравномерно по территории. Среднегодовые значения относительной влажности воздуха уменьшались каждые 10 лет в среднем на 0,5...1 % в западном Казахстане, пустынных районах юга Казахстана и в Приертышском районе. На остальной территории наблюдалась незначительная тенденция увеличения, примерно на 1 % за 10 лет. Тренды являются статистически значимыми только на 45 % метеостанций.

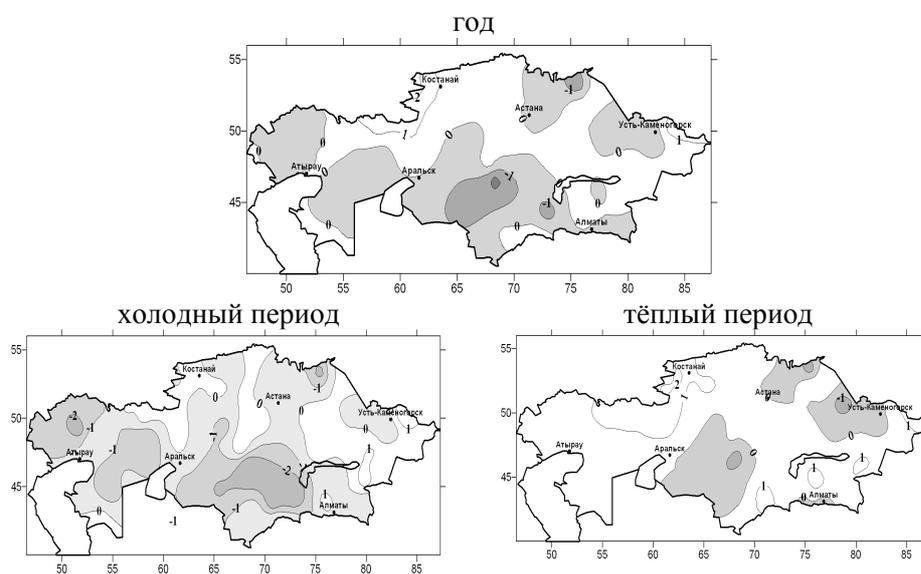


Рис. 4. Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда относительной влажности воздуха средних за год, холодный (ноябрь – март) и тёплый (апрель – октябрь) периоды (%/10 лет), рассчитанных за период 1971...2008 гг.

Наибольшими темпами уменьшение относительной влажности воздуха происходило в холодный период (ноябрь – март) – от 1 до 2 % каждые 10 лет, при этом на пустынном плато Бетпак-Дала это уменьшение составляло 2...3 %/10 лет. Тренды являются значимыми на 40 % метеостанций.

В тёплый период (апрель – октябрь) на большей части территории Казахстана наблюдалась тенденция увеличения относительной влажности воздуха – в среднем на 0,5...1,5 % каждые 10 лет. Исключение составляют отдельные локальные районы южного, западного и восточного Казахстана, где относительная влажность уменьшалась на 0,5...1 % каждые 10 лет. Тренды являются значимыми на 35 % метеостанций.

Ошибка расчета коэффициента линейного тренда по территории Казахстана для среднегодовых значений составляет $\pm 0,2...0,7\%/10$ лет, для средних за холодный период – $\pm 0,3...0,8\%/10$ лет и для средних за тёплый период – $\pm 0,3...1,0\%/10$ лет.

Обобщая вышеизложенные материалы можно сделать следующие выводы:

1. Во все месяцы года, исключая зимний период, относительная влажность по территории Казахстана распределяется зонально, уменьшаясь с севера на юг. В зимний период поле значений практически однородно и уменьшается с запада на восток от 80 до 70 %.
2. В годовом ходе минимальные значения относительной влажности воздуха практически на всей территории Казахстана приходятся на летний период – от 30 до 50 %, а максимальные характерны для зимнего – 70...80 %. Исключение составляет высокогорная зона (более 800 м) казахстанской части Алтая, где нет ярко выраженного годового хода (60...70 % во все месяцы года).
3. В целом по территории Казахстана изменения относительной влажности воздуха за период 1971-2008 гг. были незначительны – в пределах $\pm 1\%$ за 10 лет. Исключение составляет территория пустынного плато Бетпак-Дала, где уменьшение относительной влажности воздуха в холодный период составляло 2...3 %/10 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давлетгалиев С.К. Математические методы обработки гидрологических данных: Учебное пособие.– Алматы: Қазақ университеті, 1998. – 166 с.
2. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel // Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
3. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы: Учебник. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000. – 778 с.
4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Ч. I – Алматы: 2002.

5. Чичасов Г.Н. Численные методы обработки и анализа информации. – Алматы: 1995. – 108 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

**ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫ БОЙЫНША АУА САЛЫСТЫРМАЛЫ
ЫЛҒАЛДЫҒЫНЫҢ КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТТЫҚ ТАРАЛУ
КЛИМАТТЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Е.Е. Петрова

Мақалада 1971...2000 жылдар кезеңінде ауа салыстырмалы ылғалдылығының статистикалық сипаттамасы және олардың Қазақстан аумағы бойынша таралу ерекшелігі қарастырылады. 1971...2008 жылдар кезеңі бойынша ауа салыстырмалы ылғалдылығының өзгерісін бағалау жүргізіледі.

УДК 551.553.8

**ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС МАССЫ ПЕСКА В БАССЕЙНАХ РЕК
ТЕМИР, ЭМБА И САГЫЗ**

Н.У. Бултеков

В статье приведены скалярные оценки ветрового переноса песка во время песчаных бурь и поземков в бассейнах рек Темир, Эмба и Сагыз. Для этого привлечены материалы наблюдений метеорологических станций Актюбинской области за период с 1986 по 2008 гг.

По исследованиям Р.Д. Джанпеисова в Казахстане общая площадь дефляционно-опасных почв превышает 40 млн. га, из них 16 млн. га легкие автоморфные почвы и более 22 млн. га пески. Наибольшую опасность представляют пески и слабосформированные песчаные почвы, широко используемые в качестве пастбищ. Свыше 1 млн. га песков повсеместно охвачены ветровой эрозией: 0,4 – очаговой, 4,8 – полосной, 8,1 – пятнисто-очаговой, и 7,8 – очагово-полосной дефляцией [4].

Подвижные пески приносят значительный вред сельскому хозяйству, засыпая орошаемые земли, ирригационную сеть, населенные пункты и дороги [3]. Для расчетов массы песка, переносимого ветром в приземном слое атмосферы во время явлений дефляции О.Е. Семеновым создана модель. В качестве исходной информации в ней используются: средний геометрический размер частиц песка, исследуемого района, скорость и направление ветра на высоте 10 м (уровень установки ветро-измерительных приборов на метеостанции) и данные о продолжительности бурь.

Для удобства и быстрых расчетов С.К. Волковой и А.П. Шаповым была разработана программа «PESOK», которая позволяет осуществлять расчеты характеристик переноса, а так же архивацию, корректировку и пополнение архива данных. Алгоритм расчетов по модели представлен на рис. 1, полное описание модели изложено в работе [2].

Модель позволяет определять переносимую ветром массу песка и солей через фронт переноса в один километр в приземном слое атмосферы, который в зависимости от скорости ветра изменяется в пределах от 20...30 до 100...130 м. При этом получают две характеристики переносимой массы песка – без учета направления переноса (скалярная масса) и с учетом его перемещения в атмосфере (векторный перенос массы). В дан-

ной работе мы будем выполнять расчет масс по скалярному переносу, и только по песку.

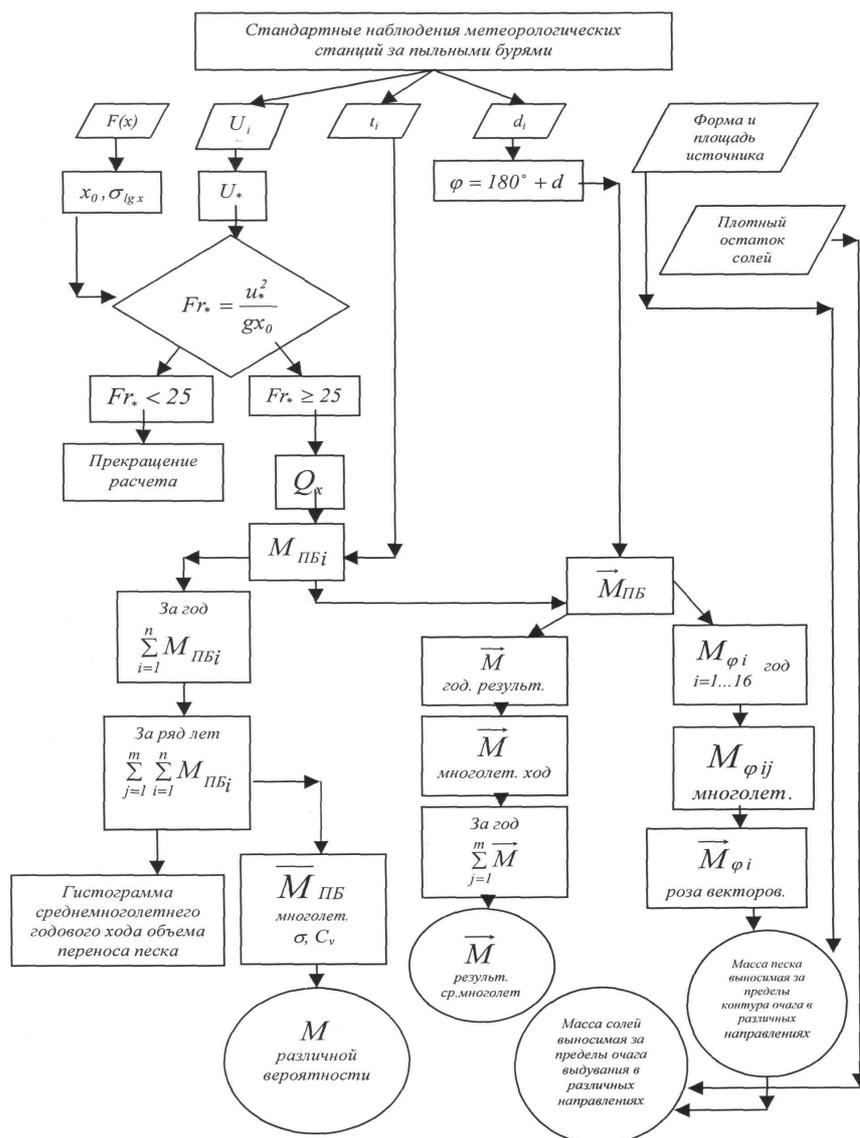


Рис. 1. Алгоритм расчета характеристик переноса песка и солей. По Семенову О.Е. [2].

Для изучения ветрового переноса песка во время песчаных бурь и поземков в бассейнах рек Темир, Эмба и Сагыз были привлечены материалы наблюдений четырех метеорологических станций за период с 1986 по 2008 годы. Была изучена изменчивость дисперсного состава песков по

территории исследуемого региона, пески здесь встречаются с двумя видами функций распределения частиц по размерам – нормальной и логарифмически нормальной [1].

Средний и средний геометрический размер их частиц при расчетах объемов переноса был принят следующим (табл. 1).

Таблица 1

Параметры распределения размеров частиц песка в бассейнах рек Эмба, Темир и Сагыз

Место отбора пробы	Параметры распределения	
	логарифмически нормальное x_0 , мкм	нормальное \bar{x} , мкм
пески Аккум		250
7 км на СВ от пос. Жаркамыс	317	
восточная окраина пос. Жаркамыс		193
пески Аккумсагыз		228
пески Аяккум	179	
поселок Каражар		249
пески Баршакум пос. Ебейты	213	
пески Акжарсай, западнее пос. Кемерши		236
пески Акжарсай, юго-восток пос. Кемерши		175
пески Кумжарган	156	
пески Кокжиде, СЗ		290
пески Кокжиде, СВ		187
между пос. Булакшы и пос. Ильинским	194	

Для поселков Жаркамыс, Каражар, Ебейты в районе песчаных массивов Аккумсагыз, Аяккум, Акжарсай Кумжарган, Кокжиде, Аккум и песчаного массива между поселками Булакшы и Ильинским, по вышеописанной программе «Pesok» были получены скалярные массы переносимого ветром песка за год во время песчаных бурь (ПБ) и песчаных поземков (ПП). В табл. 2 приведены основные статистические параметры этих рядов: средние многолетние годовые расходы песка (M , т·км⁻¹·год⁻¹), их стандартные отклонения (σ) и коэффициент вариации (C_v). В районе поселков Жаркамыс, Каражар и Ебейты и песчаных массивов Аккумсагыз, Аяккум и Акжарсай для расчета по программе были использованы данные М Караулкелды. Для песков Кумжарган и Кокжиде – М Эмба. Для песчаного массива между поселками Булакшы и Ильинский – М Ильинский, а в песках Аккум – М Темир.

Таблица 2

Основные статистические параметры рядов переноса песка по бассейнам рек Темир, Эмба и Сагиз Актыубинской области: M ($\text{т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) – средняя многолетняя масса песка, σ ($\text{т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) – среднее квадратическое отклонение, C_v – коэффициент вариации

Район	ПБ			ПП			ПБ+ПП		
	M	σ	C_v	M	σ	C_v	M	σ	C_v
7 км на СВ от пос. Жаркамыс	34,1	69,2	2,03	174,3	126,7	0,73	208,4	146,7	0,70
восточная окраина пос. Жаркамыс	92,1	186,8	2,03	483,2	343,8	0,71	575,3	397,0	0,69
пески Аккумсагыз	66,0	133,9	2,03	337,0	245,0	0,73	403,0	283,5	0,70
пески Аякум	107,1	217,2	2,03	561,7	399,6	0,71	668,8	461,6	0,69
пос. Каражар	55,3	112,2	2,03	282,5	205,4	0,73	337,8	237,7	0,70
пески Баршакум пос. Ебейты	75,6	153,4	2,03	396,7	282,3	0,71	472,3	326,0	0,69
пески Акжарсай, западнее пос. Кемерши	61,6	124,9	2,03	314,5	228,6	0,73	376,1	264,6	0,73
пески Акжарсай, юго-восток пос. Кемерши	112,0	227,2	2,03	587,7	418,1	0,71	699,7	482,9	0,69
пески Кумжарган	37,6	102,1	2,72	291,4	294,7	1,01	329,0	298,9	0,91
пески Кокжиде, СЗ	10,9	29,5	2,71	83,6	85,0	1,02	94,5	86,0	0,91
пески Кокжиде, СВ	26,2	71,1	2,71	202,8	205,1	1,01	229,0	208,0	1,01
между пос. Булакшы и пос. Ильинским	142,7	267,9	1,88	117,3	156,6	1,33	260,0	343,3	1,32
пески Аккум	2,2	3,6	1,64	3,7	6,6	1,78	5,9	7,5	1,27

В 7 км восточнее поселка Жаркамыс, средняя многолетняя масса переносимого песка, составляет $146,7 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Здесь поземками переносится $174,3 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, а бурями – $34,1 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. На восточной окраине поселка среднее многолетнее значение массы песка составляет $575,3 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Песчаными поземками здесь переносится почти в пять раз больше песка, чем бурями. Для обоих явлений коэффициент вариации в двух пунктах одинаков и достигает значений – 2,03 для бурь и 0,73 – для поземков.

На песчаном массиве Аккумсагыз средняя многолетняя масса песка, переносимого обоими явлениями, равна $403,0 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Это значение близко к величине средней многолетней массе переносимого песка в пос. Каражар, где она равна $337,8 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Величина σ и C_v примерно одинаковы для обоих пунктов. Основной вклад в перемещение песка на песчаном массиве Аккумсагыз и в пос. Каражар вносят песчаные поземки. Ими переносится 84 % от средней многолетней массы и только 16 % – песчаными бурями.

В песках Аяккум, средняя многолетняя масса песка, переносимая обоими явлениями, достигает $668,8 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Коэффициент вариации равен 0,69. Песчаными поземками переносится $399,6 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, а бурями – $107,1 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Здесь песчаными поземками переносится 84 % от средней многолетней массы.

На песчаном массиве Акжарсай, западнее поселка Кемерши, средняя многолетняя масса переносимого песка составляет $376,1 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Здесь песчаными поземками переносится $314,5 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, а бурями – $61,6 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. На юго-востоке пос. Кемерши, средняя многолетняя масса переносимого песка достигает $699,7 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Здесь, как и в предыдущих пунктах основной вклад в перемещение песка вносят поземки, тогда как песчаными бурями переносится всего 16 %.

В песках Кумжарган практически вся масса песка переносится во время песчаных поземков и равна $291,4 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, бурями перемещается всего $37,6 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Коэффициент вариации этого ряда равен 0,9. На песчаном массиве Баршакум в районе пос. Ебейты, как и в песках Кумжарган, перенос осуществляется в основном песчаными поземками. Среднее многолетнее значение массы песка, переносимые поземками, составляет $396,7 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, а бурями – $75,6 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$.

На северо-западе песчанного массива Кокжиде, средние многолетние значения массы переносимого песка от обоих явлений составляет

94,5 т·км⁻¹·год⁻¹. Здесь основная масса песка переносится поземками и составляет 83,6 т·км⁻¹·год⁻¹, бурями – 10,9 т·км⁻¹·год⁻¹. На северо-востоке средние многолетние значения массы песка составляет 229,0 т·км⁻¹·год⁻¹. Основной вклад в перенос вносят поземки – 202,8 т·км⁻¹·год⁻¹, на песчаные бури приходится 26,2 т·км⁻¹·год⁻¹. Коэффициенты вариации в обоих пунктах равен 2,71 для песчаных бурь и 1,02 – для поземков.

На песчаном массиве между поселками Булакшы и Ильинский средняя многолетняя масса переносимого песка равна 260,0 т·км⁻¹·год⁻¹. Здесь массы песка, переносимые песчаными бурями и поземками равны 142,7 и 117,3 т·км⁻¹·год⁻¹ соответственно. Коэффициент же вариации для ряда песчаных бурь равен 1,88, для поземков – 1,33.

В песках Аккум средняя многолетняя масса переносимого песка равна 5,9 т·км⁻¹·год⁻¹, это самый малый перенос из всех рассматриваемых пунктов. При этом поземками переносится 3,7 т·км⁻¹·год⁻¹, а песчаными бурями лишь – 2,2 т·км⁻¹·год⁻¹. Коэффициент вариации равен 1,3.

Рассмотрим изменчивость интенсивности дефляционных процессов во времени. На рис. 2...7 приведён многолетний ход масс песка, переносимых обоими явлениями, а так же сглаженная кривая, период сглаживания которой составил 5 лет.

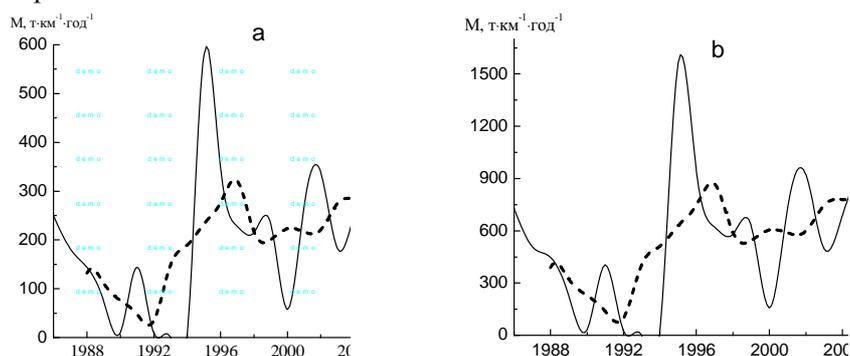


Рис. 2. Многолетний ход массы песка, переносимого песчаными бурями и поземками (1) и скользящая средняя (2) в 7 км северо-восточней (а) и на восточной окраине пос. Жаркамьс (b).

На рис. 2а и 2б показан многолетний ход массы песка для пос. Жаркамьс. Здесь максимальный пик наблюдался в 1995 году и составил на восточной окраине поселка 1567,0 т·км⁻¹·год⁻¹, а в 7 км северо-восточнее поселка перенос масс песка почти в три раза меньше – 580,3 т·км⁻¹·год⁻¹. Небольшие пики наблюдались в 2002 и 2007 годах.

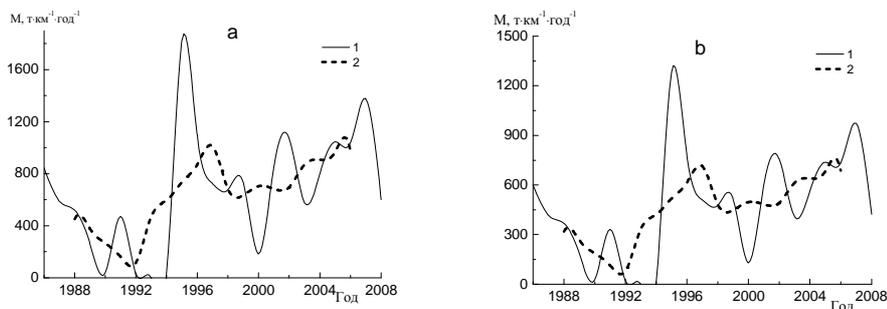


Рис. 3. Многолетний ход массы песка, переносимого песчаными бурями и поземками (1) и скользящая средняя (2) на песчаном массиве Аяккум (а); на песчаном массиве Баршакум в районе пос. Ебейты (b).

На рис. 3а приведен многолетний ход переноса масс песка для песчаного массива Аяккум. Максимальный перенос масс песка составил $1821,8 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ и наблюдался в 1995 году. Максимальное проявление дефляции в районе пос. Ебейты на песчаном массиве Баршакум (Рис. 3b) наблюдалось тоже в 1995 году и составило $1286,7 \text{ т} \cdot \text{км}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$.

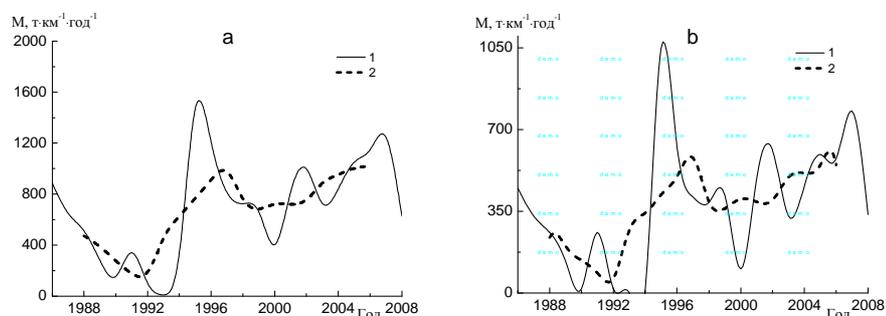


Рис. 4. Многолетний ход массы песка, переносимого песчаными бурями и поземками (1) и скользящая средняя (2) на песчаном массиве Акжарсай юго-восточней пос. Кемерии (а); западнее пос. Кемерии (b).

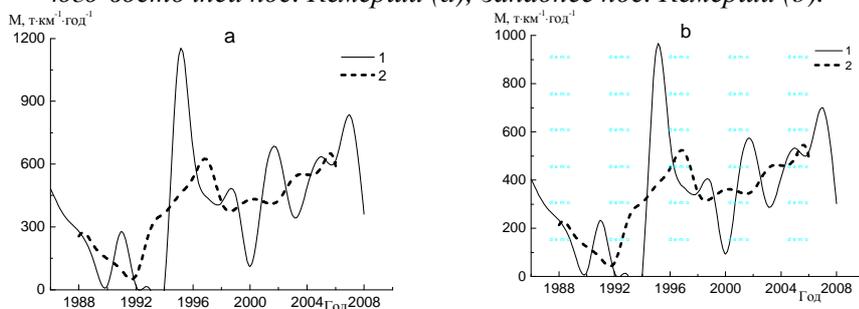


Рис. 5. Многолетний ход массы песка, переносимого песчаными бурями и поземками (1) и скользящая средняя (2) в песчаном массиве Аккумсагыз (а); в районе пос. Каражар (b).

На рис. 4а и 4б показан многолетний ход переноса песка на песчаном массиве Акжарсай в районе пос. Кемерши. Здесь мы видим, что максимумы переноса песка приходится на 1995 год. Так, максимальный перенос юго-восточней поселка составил $1906,0 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. В этом же пункте зафиксирована и самая большая годовая величина массы переноса песка. Западнее поселка, максимум составил $1047,1 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$.

Многолетний ход массы переноса песка бурями и поземками на песчаном массиве Аккумсагыз (Рис. 5а) и в районе пос. Каражар (Рис. 5б), как и в предыдущих пунктах, приходится на 1995 год. Максимальный перенос на песчаном массиве Аккумсагыз составил $1121,7 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, а в пос. Каражар – $940,5 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$.

На рис. 6а...6с мы видим, что кривая многолетнего хода имеет пилообразную форму, но по сглаженной кривой можно судить об устойчивом уменьшении ветрового переноса в последние годы. Здесь максимальный перенос песка по всем пунктам приходится на 1989 год. На северо-востоке песчаного массива Кокжиде максимум составил $847,2 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, что в 2 раза больше, чем на северо-западе (Рис. 6а и 6б) и суммарный перенос масс песка в 1989 году составил $1198,8 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. На песчаном массиве Кумжарган в районе пос. Берлик – $1217,3 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ (Рис. 6с). В песках Кумжарган и Кокжиде наблюдались еще три небольших пика с дефляционными процессами в 1991, 1999 и 2005 годах.

На рис. 7а представлен многолетний ход, переносимого песка на песчаном массиве между поселками Булакшы и Ильинским. Здесь прослеживается три пика, первый наблюдался в 1988 году и составил $563,3 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, второй в 2005 году – $953,3 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ и третий максимальный в 1995 году – $1172,6 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Для песчаного массива Аккум (рис 7б) видны два максимума, один наблюдался в 1994 году и равен $20,0 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, второй – в 1999 году и составил $31,0 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Если рассматривать в целом 23-х летний ряд, то на песчаном массиве Аккум, в последнее десятилетие наблюдается тенденция на уменьшение массы переносимого песка.

В результате исследования получены следующие результаты.

На песчаных массивах Аяккум, Аккумсагыз, в районе поселков Жаркамыс, Ебейты, Кемерши и Каражар наблюдается тенденция увеличения масс переносимого песка. По остальным песчаным массивам и населенным пунктам рассматриваемого региона наблюдается уменьшение или ровный ход интенсивности дефляционных процессов во времени.

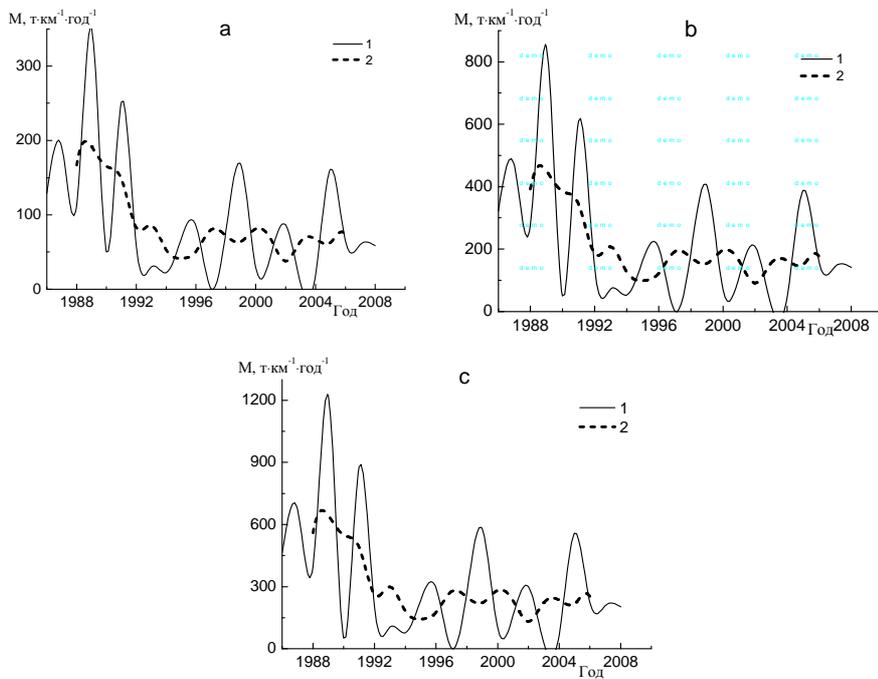


Рис. 6. Многолетний ход массы песка, переносимого песчаными бурями и поземками (1) и скользящая средняя (2) северо-восточнее песчаного массива Кокжиде (а); северо-западнее песчаного массива Кокжиде (b); в песчаном массиве Кумжарган (с).

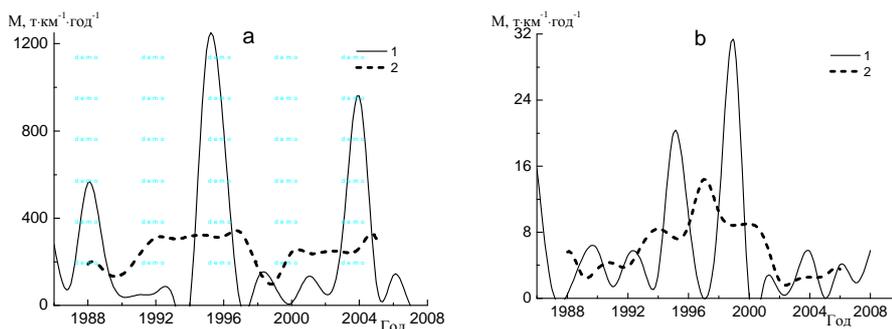


Рис. 7. Многолетний ход массы песка, переносимого песчаными бурями и поземками (1) и скользящая средняя (2) в песчаном массиве между поселками Булакшы и Ильинский (а); в песчаном массиве Аккум (b).

Только в одном пункте между поселками Булакшы и Ильинский средняя многолетняя масса песка, переносимая песчаными бурями, больше, чем поземками. На остальных же пунктах основная масса песка переносилась поземками (до 89 %).

В среднем многолетнем наибольший перенос песка свыше $460,1 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, наблюдался в районе песков Акжарсай и Аяккум наименьший – в песках Аккум $5,9 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$.

Самая большая годовая величина переноса масс песка зафиксирована на ЮВ пос. Кемерши в 1995 году и составила $1906,0 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Наименьшая годовая величина в песчаном массиве Аккум в 1994 году и составила всего $31,0 \text{ т}\cdot\text{км}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$.

Автор выражает глубокую благодарность О.Е. Семенову и А.П. Шапову за предложения и замечания, высказанные в ходе подготовки публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бултеков Н.У., Семенов О.Е., Шапов А.П. Оценка состава песков песчаных массивов Актюбинской области. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 3 – С.100–109.
2. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г.Н. Чичасова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 277 с.
3. Рахматов Ю.Б., Назаров И.К. Основные типы эолового рельефа Каракульской дельты р. Зеравшан и вопросы их освоения. // Проблемы освоения пустынь – Ашхабад, Ылым. – 1982. – №1 – С. 46–50.
4. Харин Н.Г., Орловский Н.С., Когай Н.А., Макулбекова Г.Б. Современное состояние и прогноз опустынивания в аридной зоне СССР. Проблемы освоения пустынь – Ашхабад, Ылым. – 1986. – №5 – С. 58–68.

КазНИИЭК, г. Алматы

ТЕМІР, ЕМБІ ЖӘНЕ САҒЫЗ ӨЗЕНДЕР БАССЕЙІНІНДЕГІ ҚҰМ МАССАЛАРЫНЫҢ ЖЕЛМЕН ТАСЫМАЛДАНУЫ

Н.У. Бултеков

Мақалада Темір, Ембі және Сағыз өзендері бассейніндегі құмды даулар мен сырма кезіндегі құмның желмен тасымалдануының скалярлық бағалары келтірілген. Ол үшін Ақтөбе облысындағы метеостансалардағы бақылаулардың 1986...2008 жылдар аралығындағы материалдар ескерілді.

УДК 551.524.34(574)

ИЗМЕНЕНИЕ СТОКА РЕКИ УЛКЕН АЛМАТЫ ПРИ ДЕГРАДАЦИИ ГОРНОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ В ЕЕ БАССЕЙНЕ

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

Определяются характеристики стока реки Улкен Алматы в створе выше озера Улкен Алматы в естественных условиях. Рассматриваются результаты оценки изменения годового стока реки в процессе и результате деградации горного оледенения в ее бассейне.

В настоящее время наиболее актуальным является вопрос о том, как изменятся статистические характеристики стока под влиянием деградации горного оледенения. За 50 лет с 1956 по 2005 год площадь оледенения северного склона Илейского Алатау сократилась на 35...37 %, а запас воды в ледниках сократился на 41...43 %. По прогнозам гляциологов, в последних десятилетиях текущего века ледники северного склона Илейского Алатау практически полностью исчезнут.

Улкен Алматы – правый приток р. Каскелен – образуется от слияния трех протоков, вытекающих из под фронтальной морены ледников хр. Илейского Алатау, на высоте 3000...3500 м. Длина реки 96 км, площадь бассейна 425 км². В верхнем течении река Улкен Алматы (река Озерная) впадает в озеро Улкен Алматы, расположенное на высоте 2511 м. Оно имеет площадь 1,12 км², максимальная глубина составляет 38 м., а средняя глубина 25 м [3].

В табл. 1 приведены сведения о площади водосбора реки, площади оледенения в ее бассейне в км² и в % от общей площади водосбора. Также приведены значения среднего стока за период наблюдений.

Таблица 1

Основные характеристики Улкен Алматы – выше оз. Улкен Алматы

Площадь водосбора, км ²	Площадь оледенения		Период наблюдений, годы	Q _{ср.} , м ³ /с
	км ²	%		
71,8	20,3	28,3	1952...1998, 2000...2007	1,72

На рис. 1 приведена разностная интегральная кривая стока реки за период с 1952 по 2007 годы. Из приведенной на рис. 1 разностной интегральной кривой видно, что водность р. Улкен Алматы – выше озера с 1952 по 1961 гг. характеризуется средними значениями стока, с 1962 по 1983 гг. – пониженными значениями стока, а с 1984 по 2007 гг. – повышенными значениями стока.

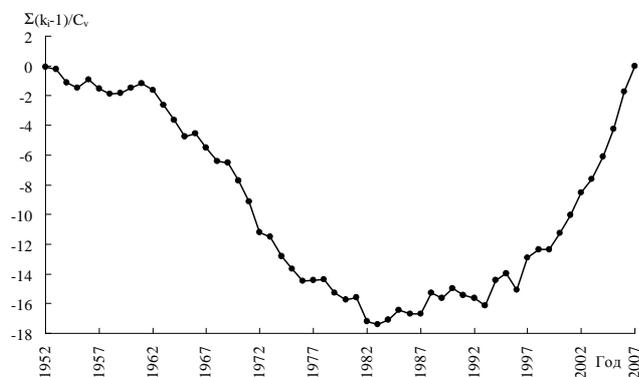


Рис. 1. Разностная интегральная кривая стока реки Улкен Алматы за период 1952...2007 гг.

Анализ изменения стока рек в бассейне р. Или показывает, что, за период с 1987 года по 2006 гг. произошло значительное увеличение стока, по сравнению с периодом 1911...2007 гг., обусловленное увеличением увлажнения горных склонов и поступлением воды, в связи с деградацией горного оледенения. Такие же изменения наблюдаются и в бассейне реки Улкен Алматы. Так сток реки Улкен Алматы – выше озера за период с 1987...2007 гг. превысил сток этой реки за период с 1952...1986 гг. на 28 %. Поэтому основные характеристики стока реки в естественных условиях определялись с 1952 по 1986 гг. (рис. 2)

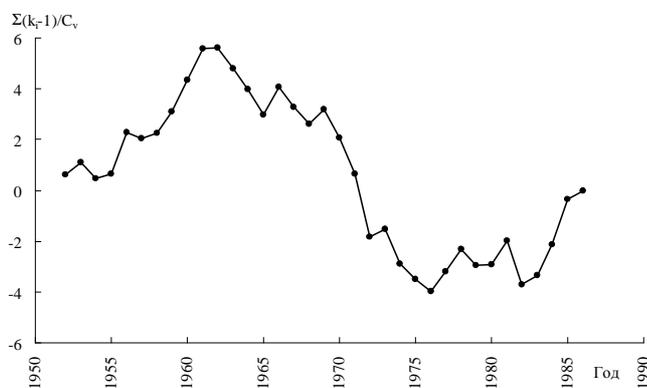


Рис. 2. Разностная интегральная кривая р. Улкен Алматы за период 1952...1986 гг.

Средний многолетний сток р. Улкен Алматы составляет $1,56 \text{ м}^3/\text{с}$, коэффициент вариации $C_v = 0,14$, коэффициент асимметрии $C_s = 0,35$.

Средний многолетний годовой сток с ледников в условиях стационарности горного оледенения может быть определен как разность зональных величин осадков, выпадающих на ледники, и испарения с их поверхности. Средняя многолетняя величина поступления осадков на поверхность ледника, а также величина испарения с ледниковых поверхностей были приняты по данным, приведенным в монографии [4].

В табл. 2 приведены значения осадков и испарения в бассейне р. Улкен Алматы – выше оз. Улкен Алматы.

Таблица 2
Осадки, испарение и ледниковый сток в бассейне р. Улкен Алматы – выше оз. Улкен Алматы

Высотный интервал, м	Площадь оледенения, км ²	Атмосферные осадки		Испарение		Сток с ледников	
		мм	тыс. м ³	мм	тыс. м ³	мм	тыс. м ³
3800...4200	0,007	2000	7,13	125	0,28	1923	6,85
3400...3800	9,330	2020	10407	393	365	1950	10043
3000...3400	10,963	1895	11543	680	306	1845	11237
Сумма	20,3	5915	21958	1197	671	5718	21287

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что средний многолетний объем осадков, выпадающих на ледниковую поверхность в бассейне Улкен Алматы – выше озера, составляет 21958 тыс. м³ в год, а величина ледникового стока 21287 тыс. м³ в год.

В табл. 3 приведены сведения по определению стока с неледниковой поверхности в бассейне реки Улкен Алматы. Величина стока с неледниковой поверхности, приведенная в табл. 3, определялась как разность общего стока в высокогорной зоне рассматриваемого бассейна (выше 3000 м) и ледникового стока. Коэффициент стока с неледниковой поверхности определялся как отношение объема стока к объему осадков с этой поверхности.

В табл. 4 приведены результаты расчетов по определению сокращения стока с площади оледенения после завершения деградации ледников в бассейне р. Улкен Алматы – выше оз. Улкен Алматы.

Сток с площади оледенения после освобождения от ледников определялся как произведение объема осадков на коэффициент стока с неледниковой поверхности. Отняв эту величину от значений ледникового стока, можно получить оценку сокращения стока в результате деградации горного оледенения в рассматриваемом бассейне.

Таблица 3
 Определение стока с неледниковой поверхности в бассейне р. Улкен Алматы

Диапазон, м	Площадь, км ²			Общий сток		Ледниковый сток, тыс. м ³	Сток с неледниковой поверхности, тыс. м ³	Объем осадков с неледниковой поверхности, тыс. м ³	Коэффициент стока с неледниковой поверхности
	ледниковая	неледниковая	общая площадь	мм	тыс. м ³				
3800...4200	0,007	5,57	5,58	1319	4109	6,85	4102	5598	0,73
3400...3800	9,330	20,60	29,93	1562	24319	10043	14276	21981	0,65
3000...3400	10,96	18,41	29,37	1291	20328	11237	9091	19363	0,47
Сумма	20,3	44,6	64,9	4172	48755	21287	27468	46942	0,59

Таблица 4
 Определение сокращения ледникового стока в результате деградации
 горного оледенения

Высотный интервал, м	Площадь оледенения, км ²	Объем осадков с ледниковой поверхности, тыс. м ³	Объем ледникового стока, тыс. м ³	Коэффициент стока с неледниковой поверхности	Сток с ледниковой поверхности после исчезновения ледников, тыс. м ³	Сокращение стока, тыс. м ³
3800...4200	0,01	7,10	6,82	0,71	5,08	1,74
3400...3800	9,33	10354	9990	0,64	6678	3311
3000...3400	10,96	11481	11175	0,46	5306	5869
Сумма	20,3	21842	21171	0,58	12668	8503

Оно составляет 8503 тыс. м³ в год или 419 тыс. м³ на 1 км² площади оледенения. По отношению к среднему многолетнему стоку в замыкающем створе р. Улкен Алматы – выше оз. Улкен Алматы, равному 49234 тыс. м³, сокращение произойдет до 40731 тыс. м³ и составит 17,3 %. Следует отметить, что сокращение общего стока будет происходить не сразу после освобождения определенной части горного бассейна от покровного оледенения. По крайней мере, при сокращении площади оледенения до 50 % оно будет компенсироваться поступлением стока в процессе дальнейшей деградации оледенения. Поэтому при 50 % сокращении площади оледенения средний многолетний сток еще будет сохраняться на уровне, наблюдавшемся до начала деградации оледенения, т.е. около 1,56 м³/с.

При полной деградации горного оледенения в бассейне р. Улкен Алматы межгодовая изменчивость стока, как отмечено в работах [1, 2], увеличится. Используя, приведенные в работе [1] зависимости коэффициента вариации годового стока от относительной площади оледенения, можно определить ее величину при отсутствии регулирующего влияния горного оледенения. Относительная величина оледенения в рассматриваемом бассейне составляет 20,3 км², а при наличии 50 % деградации оледенения стока – 10,2 км². С помощью указанной формулы мы можем рассчитать, что при сокращении оледенения на 50 % коэффициент вариации увеличится с 0,14 до 0,16, а при отсутствии оледенения – до 0,32. Коэффициент асимметрии речного стока при сокращении деградации горного оледенения увеличивается, хотя соотношение C_v и C_s несколько сокращается. Для рассматриваемого бассейна это соотношение принято равным 2,2 как для 50 % сокращения площади оледенения, так и для его полного сокращения.

В табл. 5 приведены статистические характеристики и расходы воды различной обеспеченности р. Улкен Алматы до начала периода интенсивной деградации горного оледенения, а также при сокращении площади оледенения на 50 % и, практически, при его отсутствии. Данные, приведенные в таблице, показывают, что в результате деградации горного оледенения сток р. Улкен Алматы в маловодные годы (95 % обеспеченность) уменьшится с 1,23 м³/с до 0,70 м³/с, а в многоводные годы (5 % обеспеченность) увеличится с 1,94 м³/с до 2,04 м³/с. В процессе деградации и уменьшения водных ресурсов горно-ледниковых систем внутригодовое распределение стока существенно изменится. В конце периода деградации оледенения внутригодовое распределение годового стока рек, имеющих в своих бассейнах ледники, должно приблизиться к внутригодовому распределению стока рек, в бассейнах которых ледники отсутствуют.

Таблица 5

Статистические характеристики стока р. Улкен Алматы – выше оз. Улкен Алматы и расходы воды различной обеспеченности, в естественных условиях, при сокращении оледенения на 50 % и практически при полном его отсутствии

Q _{ср.} , м ³ /с	C _v	C _s	Расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с						
			5 %	10 %	20 %	50 %	75 %	90 %	95 %
В естественных условиях									
1,56	0,14	0,35	1,94	1,85	1,74	1,55	1,41	1,29	1,23
При сокращении оледенения на 50 %									
1,56	0,16	0,35	1,99	1,89	1,76	1,55	1,39	1,25	1,18
Практически при полном отсутствии оледенения									
1,29	0,32	0,7	2,04	1,84	1,62	1,24	0,99	0,8	0,7

Проведенные исследования показали, что в результате деградации оледенения в бассейне р. Улкен Алматы сток третьего квартала (июль – сентябрь) уменьшится на 27,2 % от его годовой величины. В основном за счет уменьшения стока за третий квартал, сток второго квартала (апрель – июнь) увеличится на 21,6 % от годового стока. Изменения стока за первый и четвертый кварталы будут в количественном отношении сравнительно невелики.

В заключении следует отметить, что в результате деградации горного оледенения неизбежно произойдут довольно существенные изменения стока и водного режима горных рек. Эти изменения способны значительно осложнить сельскохозяйственную деятельность в районах орошаемого земледелия и создать значительную напряженность при использовании ресурсов поверхностных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н, Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Илейского Алатау в XX веке. – Алматы, 2001. – 252 с.
2. Голубцов В.В. Изменение водных ресурсов и режима рек в результате деградации горного оледенения в их бассейнах. // Гидрометеорология и экология. – 2008. – №1. – С. 47-61.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 13. Центральный и Южный Казахстан. Вып. 2. Бассейн озера Балхаш. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 645 с.
4. Соседов И.С. Методика территориальных воднобалансовых обобщений в горах. – Алматы, 1976. – 150 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

ҮЛКЕН АЛМАТЫ ӨЗЕҢІ АЛАБЫНДАҒЫ ТАУЛЫ МҰЗДЫҚТАРДЫҢ ҚҰЛДЫРАУЫНАН ОНЫҢ АҒЫНЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ

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

Үлкен Алматы көлінен жоғары орналасқан Үлкен Алматы өзені жармасындағы ағынның табиғи жағдайының сипаттамасы анықталады. Өзен алабындағы таулы мұздақтардың құлдырау себебінен жылдық ағының өзгеруін бағалау нәтижелері қарастырылады.

УДК 626.81: 577.4

ОЦЕНКА ДОПУСТИМЫХ ОБЪЕМОВ ИЗЪЯТИЯ СТОКА ИЗ РЕК АРИДНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

А.Р. Вагапова

Предложен метод определения гарантированного экологического попуска в низовья реки, который устанавливается по стоку в замыкающем контрольном створе. За минимальный необходимый экологический попуск принимается сток, соответствующий моменту начала ощутимого воздействия на экосистему низовий.

Для Казахстана водные ресурсы являются одним из главных факторов, определяющих устойчивое социально-экономическое развитие. Поверхностные водные ресурсы по территории республики распределены крайне неравномерно и характеризуются значительной многолетней и внутригодовой изменчивостью. Значительная доля поверхностных водных ресурсов (46 %) формируется за пределами Республики Казахстан.

В решениях глобальных форумов (Саммит по устойчивому развитию в Йоханнесбурге, 2002 г.; Водный форум в Киото, 2003 г.) отмечается особая экологическая и социальная значимость водных ресурсов, которая намного превышает ее экономическую ценность. Как отмечается в национальном докладе Республики Казахстан «О состоянии водных ресурсов и основных проблемах современного управления» (Женева, 2004) для сохранения речных экосистем важнейшей задачей современности становится научное обоснование допустимых объемов изъятия и экологического стока рек. Экологическое нормирование имеет общие черты для всех водотоков, но, тем не менее, должно быть дифференцированным для каждого в отдельности в силу индивидуальности и уникальности экосистем рассматриваемого региона. Для экологического нормирования необходимо установить все виды антропогенных факторов воздействия на окружающую среду, доминирующих в том или ином речном бассейне.

Впервые нормирование и осуществление природоохранных попусков в Казахстане начали осуществлять с 1963 года на р. Иртыш в связи с вводом в эксплуатацию Бухтарминской ГЭС [4]. Эти мероприятия были применены не как экологические попуски, а как компенсационные меро-

приятия по предотвращению ущерба в связи зарегулированием стока р. Иртыш Бухтарминским водохранилищем.

Первые исследования по установлению нормативного показателя допускаемого использования речного стока были выполнены И.С. Шаховым для рек Урала в начале 80 годов [7]. Им была предложена оценка допускаемого хозяйственного изъятия стока, при сохранении последних элементов ландшафта и недопущения нежелательных изменений экологических условий:

$$K_{из} = \frac{Q_{ис}}{Q_0}, \quad (1)$$

где $Q_{ис}$ – годовой объем использованных ресурсов речного стока, Q_0 – норма речного стока в расчетном створе.

Исследования, выполненные И.С. Шаховым, показали, что для рек Урала среднее соотношение $Q_{ис}/Q_0 = 0,53$, т.е. оставшийся объем стока в реке должен быть не менее 0,47.

С.Р. Ибатуллин и Ж.С. Мустафаев получили зависимость допустимого изъятия стока реки в зависимости от экологической устойчивости природной системы $K_э$ [5, 6]. Для бассейна р. Шу была установлена величина допускаемого изъятия речного стока $Q_{ис}/Q_0 = 0,62$, тогда соответственно сток для водообеспечения экосистемы реки равна $0,38 \cdot Q$. М.Ж. Бурлибаев показал, что для аридной зоны основным фактором, определяющим устойчивость речной и прирусловой экосистемы, являются водные ресурсы [2]. При этом он отмечает естественный режим колебаний водности, т.е. стохастичность, является оптимальной для речных экосистем, которые сформировались в этих условиях и приспособлены к ним. При естественной стохастичности гидрологического режима, речная экосистема также испытывает дискомфорт, выражающийся в длительном затоплении в многоводье и отсутствии затопления в маловодные годы. М.Ж. Бурлибаев рассмотрел устойчивость всех биоконпонентов речной экосистемы в зависимости от обеспеченностей весеннего половодья и паводков [3]. Все показатели приведены в модульных коэффициентах. При этом гомеостатическая кривая Б. Фащевского по воспроизводству рыбных запасов принята за дополнительный критерий контроля правильности решаемых задач. Параметры экосистемы ограничиваются как сверху (максимумы биопродуктивности травостоя пойменных лугов и воспроизводства рыбных запасов), так и снизу (минимальное соленакопление почв). Для

пойменных лугов, по кривой изменения показателя биопродуктивности в области устойчивости, допустимый предел изменения водности экологических попусков лежит в пределах 30...75 %. Ордината наименьшего экологического расчетного расхода для р. Шу, по кривой обеспеченности бытового стока ($C_v = 0,52$) составит 0,62, а коэффициент допустимого изъятия $Q_{ИС}/Q_0 = 0,38$. Таким образом критерий М.Ж. Бурлибаева более жесткий, чем приведенные ранее.

М.Ж. Бурлибаев отмечает, что еще с советских времен экологическая стабильность в речном бассейне уступает экономическому эффекту, получаемому от орошаемого земледелия, гидроэнергетики и водного транспорта [3]. Поэтому в большинстве случаев сопоставительная оценка между благополучием речной экосистемы и экономической эффективностью использования водных ресурсов в различных отраслях экономики решалась в пользу последнего. В случае же приоритетности сохранения речной экосистемы достигаемый экономический эффект оказывается меньше экономических ущербов, наносимых отраслям экономики. Такой подход при оценке экологического ущерба изначально вреден, так как в каждом случае следует подсчитывать экономический эффект намечаемых объемов изъятия стока с последствием и тяжестью возможных экологических ущербов, наносимых речной экосистеме.

Здесь же отмечается, что сток рек необходимо разделить на две составляющие, а именно, на экологический сток и потенциально свободный сток. При этом экологический сток предназначается исключительно для сохранения речной экосистемы путем поддержания видового биоразнообразия и воспроизводства флоры и фауны пойменных лугов и дельтовых участков в весенний период, промывки почв пойменных лугов и дельтовых участков, обеспечения нормативного гидрохимического, гидробиологического и кислородного режима, стока взвешенных наносов.

В зарубежной практике с 90-х годов прошлого столетия ведутся интенсивные исследования по разработке методов установления экологических попусков [8]. Существующие методы классифицируются на 4 категории: справочные таблицы, настольный анализ, функциональный анализ, моделирование среды обитания.

Справочные таблицы – это практический метод, основанный на простых показателях, сведенных в таблицы, на основании имеющегося опыта попусков и состояния речной экосистемы. Настольный анализ основан на анализе гидрологических данных; речного стока и данных состояния вод-

ной и приречной экосистемы. Последующие два метода требуют специальных исследований с привлечением специалистов различных направлений: гидрологов, гидрогеологов, ботаников, биологов, ихтиологов и др.

Метод настольного анализа, основан на анализе гидрологических данных по створам реки и фактическом состоянии экосистемы реки. Наиболее чувствительным индикатором состояния являются дельта и пойма реки, уровень воды водоема, принимающий сток реки. Индикатором воздействия в данном случае будет безвозвратный водозабор из реки включая потери в русле и водохранилищах на определенном временном этапе. На примере бассейна Аральского моря можно проследить зависимость уровня моря от притока воды рек Амударья и Сырдарья.

В период с 1911 до 1960 гг. наблюдался квазистационарный режим в колебаниях уровня Аральского моря (АМ). Уровень колебался в пределах ± 50 см около средней отметки 53,0 м БС. С 1961...1988 гг. уровень моря интенсивно падал и достиг отметки 40 м БС [1]. Таким образом, критической точкой перехода экосистемы в неустойчивое состояние можем принять 1960 год. Ниже, в табл. 1 приведены результаты расчетов суммарного стока, формирующегося в бассейнах рек Амударья и Сырдарья, приток стока в дельты этих рек и безвозвратное изъятие стока [1, 8]. Приведенные в табл. 1 величины, вычисленные как средние за десятилетие, последний период принят за пятилетие 2001...2005 гг.

Таблица 1

Формирующийся сток, изъятие стока, приток в дельты рек Амударья и Сырдарья

Год	Суммарный сток	Изъятие стока	Приток в дельту	Коэффициент попуска по притоку		
				в дельту АМ	в дельту Амударья	в дельту Сырдарья
1960	103,10	55,78	47,32	0,459	0,469	0,441
1965	100,51	71,52	28,99	0,288	0,303	0,263
1970	95,13	71,88	23,25	0,244	0,216	0,288
1975	89,75	82,28	7,47	0,083	0,041	0,143
1980	92,00	90,29	1,71	0,019	0,003	0,042
1985	95,13	88,92	6,21	0,065	0,085	0,034
1990	100,51	90,61	9,90	0,099	0,103	0,091
1995	105,89	87,83	18,06	0,171	0,171	0,170
2000	111,06	97,66	13,40	0,126	0,126	0,111
2005	115,50	98,30	17,20	0,111	0,111	0,229

По приведенным данным построен графики (рис. 1) изменения стока, объема изъятия и притока в дельты за период 1950...2005 гг.

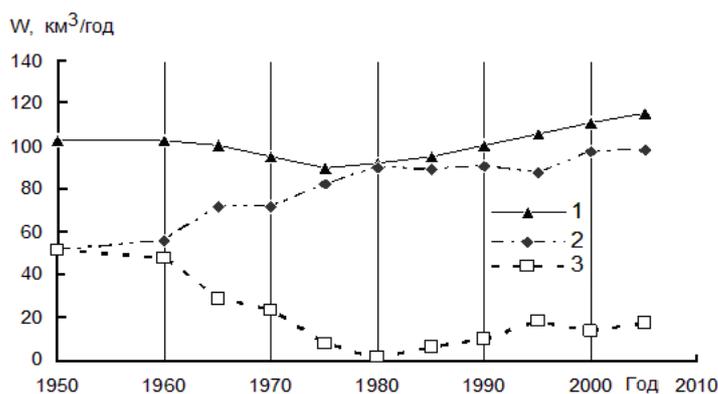


Рис. 1. Изменение стока, изъятие стока и приток в дельты рек Аральского моря. 1 – сток Амударья и Сырдарья, 2 – безвозвратное использование, 3 – поступление в дельты Аральского моря.

Исходя из данных табл. 1 и принятия условия, что потеря устойчивости уровня Аральского моря произошла после 1960 года, то критической величиной изъятия будет величина $K_{из} = 1 - 0,46 = 0,54$. Минимальный годовой экологический попуск $Q_{эл}$ должен быть не менее $0,46 \cdot 103,1 = 46,5 \text{ км}^3$ в год. Как видно на рис. 1, с 1985 г. наблюдается положительный тренд по стоку рек Амударья и Сырдарья. По данным, приведенным в [1], можно заключить, что приблизительно величина положительного тренда равна: по Амударье 1,6 % в год, по Сырдарье – 0,5 % в год.

По собранным гидрологическим данным стока, материалам отчетов Шу-Таласского БВИ и материалам, опубликованным в Интернете, была составлена таблица стока, изъятия стока и притока в низовья р. Шу в створе Амангельды (Фурмановский гидроузел), которая приводится ниже.

Таблица 2

Формирующийся сток, изъятие стока, приток в дельту низовий р. Шу

Параметр	Год							
	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
Формир. сток	4003	4524	4976	5066	4580	4625	5031	5596
Изъятие стока	2068	2539	2570	3036	3547	3565	3218	2587
Приток в низовья	1935	1985	2405	2030	1033	1060	1813	3009
$K_{эл}$	0,483	0,439	0,483	0,401	0,226	0,229	0,360	0,538

Известно, что критический период в низовьях р. Шу наступил с вводом Тасоткельского водохранилища (1971 г.) и освоением Правобережного Тасоткельского массива. Таким образом, критические условия по водообеспечению наступили с 1971 г.

Как видно (табл. 2), значение допустимого минимального экологического попуска принято по 1970 г. $K_{эл} = 0,40$. На рис. 2 приведена динамика исследуемых параметров. В критические 1980...1990 гг. экологические попуски были снижены в 2 раза. Площадь затопления поймы дельт сократилась 2,2...2,5 раза.

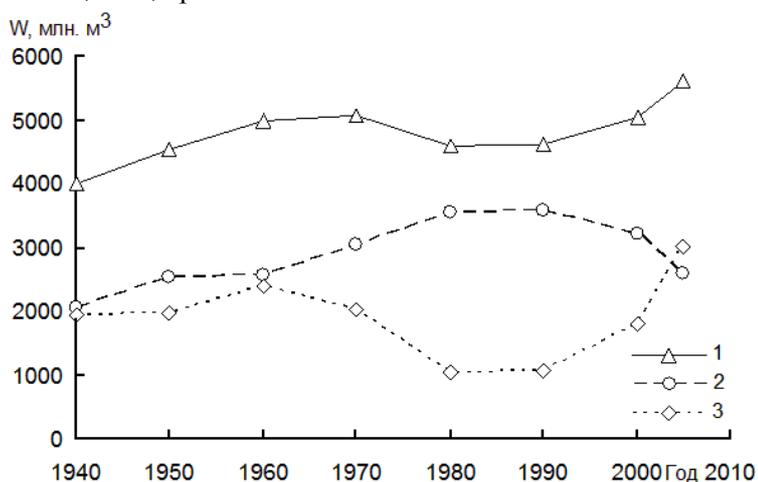


Рис. 2. Изменение стока, изъятия стока и приток в низовья р. Шу.
1 – объем стока, 2 – безвозвратное изъятие, 3 – сток в низовья.

Таким образом, анализ гидрологических данных с оценкой критических состояний экосистем позволяет установить требуемые годовые гарантированные объемы экологического стока. Детальное же его внутригодовое распределение и установление графика водоподачи требует более тщательного функционального анализа, как морфометрических характеристик поймы, так и чувствительности каждого элемента экосистемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ стоковых рядов рек Сырдарьи, Амударьи и модели управления уровнем режимом Аральского моря. – Алматы, 2004. – 196 с.
2. Бурлибаев М.Ж. О принципах допустимого объема изъятия речных вод при обосновании экологического стока рек // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 4. – С. 88-101.
3. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана: Автореф. дис. Доктор техн. наук / КазНИИВХ – Тараз, 2004. – 49 с.
4. Вагапов Р.И., Каменов Н.Ш. Прогноз стока и водопотребления по бассейну реки Иртыш в пределах Республики Казахстан // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы

- управления и рационального использования водных ресурсов в бассейне реки Иртыш». – Омск, 2004. – С.154-165.
5. Ибатуллин С.Р., Койбагарова К.Б. Методологические основы управления водными ресурсами трансграничных рек: Доклады международной научной конференции «Научное обеспечение, как фактор устойчивого развития водного хозяйства». – Тараз, 2005. – С. 100-106.
 6. Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б., Мустафаева Л.Ж. Методология оценки эколого-экономической эффективности природообустройства агроландшафтов // Вода: ресурсы, качество, мониторинг, использование и охрана водных ресурсов. – Алматы, 2005. – С. 221-223.
 7. Шахов И.С. Водные ресурсы Уральского экономического района и их рациональное использование // Научные основы рационального использования, охраны и управления водными ресурсами. Междунар. высш. гидр. курсы ЮНЕСКО при МГУ. Ч. 2 – М.: Изд-во МГУ, 1983. – С. 131 – 140.
 8. Экологические попуски / Публикации Тренингового центра МКВК. Вып. 1. Ташкент: НИЦ МКВК, www/icwc-aral.uz. – 78 с.

КазНИИВХ, г. Тараз

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ
ӨЗЕНДЕРДЕН АЛЫНУҒА БОЛАТЫН АҒЫСТЫҢ
КӨЛЕМІН БАҒАЛАУ**

А.Р. Вагапова

Өзеннің төменгі ағысында кепілденген экологиялық судың жіберілуін анықтайтын әдіс ұсынылды, бұл тұйықталған бақылаушы жақтаудың ағысымен анықталады. Ең аз қажетті экологиялық судың жіберілетін ағысына, төменгі ағыстың экожүйесіне бастапқы елеулі әсерін тигізуші сәйкес келетін ағыс қабылданады.

УДК 551.48(479.24)

**РЕКОГНОСЦИРОВОЧНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ
БАССЕЙНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА ПО
АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ**

Канд. геогр. наук М.А. Абдуев

Выявлено, что 2 % исследуемых рек подвержено слабой, 25 % умеренной и 73 % значительной степени антропогенной нагрузке. По индексу загрязнения речные воды отнесены, в основном, к умеренно загрязненным и загрязненным (III и IV класс).

Реки как один из основных компонентов природной среды, находятся в сложном взаимодействии и взаимообусловленности с географическим ландшафтом. Гидрологический и гидрохимический режим рек быстро реагирует на происходящие изменения в ландшафте. Поэтому состояние рек можно оценивать в качестве индикатора изменения экологической обстановки различных территорий. Интенсивное использование рек часто сопровождается большим или меньшим их физическим, химическим и биологическим загрязнением. Физическое загрязнение водных объектов обусловлено изъятием стока или его искусственным увеличением, изменением содержания в воде взвешенных минеральных частиц (наносов), температуры и кинетической энергии водных потоков. Химические аспекты загрязнения характеризуют повышенное поступление в русловую сеть соответствующих видов поллютантов – производных, хозяйственного использования или преобразования компонентов природных ландшафтов, растительного и почвенного покрова территории, поступления разнообразных видов сточных вод. Биологическое загрязнение отражает антропогенное воздействие на концентрацию в компонентах природных ландшафтов опасных для здоровья населения микроорганизмов, изменение состава и продуктивности водных биоценозов.

Совокупность указанных и некоторых других изменений состояния рек можно трактовать как нарушение экологической безопасности территории [2]. Оно проявляется в дефиците водных ресурсов, угнетении или деградации водных экосистем, увеличении вероятности и опасности наводнений, русловых деформаций, негативного изменения здоровья населения, водных экосистем, снижении качества воды. Характер этих по-

следствий наиболее быстро проявляется в территориально-аквальных комплексах рек и зависит от конкретного сочетания причин, вызывающих негативное изменение.

В последние десятилетия внимание к процессам на водосборах, во многом обусловлено неудовлетворительным экологическим состоянием водных объектов. Стало очевидным, что оно зависит не только от сброса в реки сточных вод, но и от разнообразных видов хозяйственной деятельности в пределах речных бассейнов, влияющих на изменения стока. Известно, что качество воды рек связано с природными факторами и антропогенными нагрузками. Антропогенная нагрузка на окружающую среду, в том числе и на природные воды, постоянно возрастает. На реках Азербайджана эти нагрузки включают водозабор из рек и подземных водоносных горизонтов, сброс в водные объекты промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых сточных вод, сведения по лесистости, распашку земель, инженерное преобразование природных ландшафтов при градостроительстве, создание социальной инфраструктуры и т.д.

Для оценки экологического состояния на речных водосборах использованы данные по плотности населения (чел/км²) и поголовью скота (животных/км²), лесистости и коэффициент антропогенизации водосбора, также сброс в реки сточных вод.

Качество воды в реках в значительной мере зависит от плотности населения (n), использующего территориальные и рекреационные ресурсы малых водотоков. Чем больше плотность населения, тем выше вероятность химического и бактериального загрязнения поверхностных и подземных вод. Поэтому на первом этапе исследования на карте с масштабом 1:200 000 выделены основные речные бассейны и определены населенные пункты внутри бассейна. Далее, по данным ЦСУ Азербайджана для этих населенных пунктов определена численность. Затем рассчитана плотность населения для каждого речного бассейна (табл.). Для оценки антропогенной нагрузки на реки использована система экспертных баллов [2]. При $n < 5$ чел/км² (1 балл) – экологическое состояние рек практически не зависит от этого вида антропогенных нагрузок. При $n = 5 \dots 24$ чел/км² (2 балла) – потребительские свойства водных ресурсов начинают снижаться под влиянием жизнедеятельности населения. Дальнейшее ухудшение ситуации соответствует $n = 25 \dots 49$ (3 балла), $n = 50 \dots 99$ (4 балла), $n = 100 \dots 149$ (5 баллов) и $n > 150$ чел/км² (6 баллов). В бассейне р. Сумгаитчай плотность населения составляет менее 5 чел/км², поэтому экологическое состояние в этом бассейне оценено в 1 балл.

Оценка антропогенных нагрузок на реки Азербайджана

Река	Антропогенная нагрузка, балл					Сумма баллов
	плотность населения	плотность животных	лесистость	коэффициент антропогенизации	сточные воды	
Кусарчай	4	6	+1	3	3	17
Куручай	3	5	+1	3	3	15
Кудиалчай	5	6	+1	3	3	18
Агчай	4	6	+1	3	3	17
Гарачай	3	4	+1	3	3	14
Чагаджукчай	3	5	+1	3	3	15
Вельвеличай	2	4	+1	3	3	13
Шабранчай	4	6	+1	3	3	17
Девечичай	4	6	+1	3	3	17
Гильгилчай	2	2	+1	3	3	11
Атачай	4	6	+1	3	3	17
Сумгаитчай	1	2	+1	3	3	10
Пирсаатчай	3	6	+1	3	3	16
Ахсучай	4	6	+1	3	3	17
Гирдыманчай	3	5	+1	3	3	15
Геокчай	4	6	+1	3	3	17
Турианчай	4	6	+1	3	3	17
Алиджанчай	3	5	+1	3	3	15
Белоканчай	5	6	-1	3	3	16
Катехчай	3	5	-1	3	3	13
Талачай	5	6	-1	3	3	16
Мухахчай	4	6	+1	3	3	17
Курмукчай	4	6	+1	3	3	17
Шинчай	4	6	+1	3	3	17
Кишчай	6	6	+1	3	3	19
Дашагылчай	2	4	+1	3	3	13
Агричай	4	6	+1	3	3	17
Акстафачай*	4	6	+1	3	3	17
Гасансу*	4	6	+1	3	3	17
Ахынджачай*	4	6	+1	3	3	17
Зайамчай	4	6	+1	3	3	17
Джагирчай	5	6	+1	3	3	18
Шамкирчай	4	6	+1	3	3	17

Река	Антропогенная нагрузка, балл					Сумма баллов
	плотность населения	плотность животных	лесистость	коэффициент антропогенизации	сточные воды	
Кошкарчай	4	6	+1	3	3	17
Гянджачай	6	6	+1	3	3	19
Кюрарчай	2	4	+1	3	3	13
Геранчай	4	6	+1	3	3	17
Инджачай	5	6	+1	3	3	18
Тертерчай	4	6	+1	3	3	17
Хачынчай	4	6	+1	3	3	17
Каркарчай	4	5	+1	3	3	16
Баситчай*	6	6	+1	3	3	19
Охчучай*	5	6	+1	3	3	18
Базарчай*	3	6	+1	3	3	16
Акерачай	3	6	+1	3	3	16
Куручай	5	5	+1	3	3	17
Кенделанчай	5	5	+1	3	3	17
Арпачай*	4	6	-	3	3	16
Нахичеванчай	4	5	+1	3	3	16
Алинджачай	3	5	+1	3	3	15
Гиланчай	2	2	+1	3	3	11
Ванандчай	4	5	+1	3	3	16
Ордубадчай	6	6	+1	3	3	19
Болгарчай	2	2	+1	3	3	11
Инджачай	6	6	+1	3	3	19
Боладычай	6	6	+1	3	3	19
Виляшчай	5	6	+1	3	3	18
Ленкоранчай	5	6	+1	3	3	18
Тенгерудчай	5	6	+1	3	3	18
Астарачай	4	5	+1	3	3	16

*Примечание:** использованы водосборы в пределах республики.

Несмотря на то, что город Сумгаит находится в этом бассейне, его влиянию больше подвержено Каспийское море. В связи с этим, население проживающее, в этом городе не вошло в данный бассейн. В бассейне рек Вельвеличай, Гильгилчай, Дашагылчай, Болгарчай, Гиланчай и Кюрарчай плотность населения изменяется в пределах 5...22 чел/км², а экологическое состояние соответствует 2 баллам. К этой категории относится 10,3 % от всех

изучаемых бассейнов. Из исследованных речных бассейнов 16,7 % оценено в 3 балла. К ним относятся речные бассейны Пирсаатчай, Гирдыманчай, Алинджанчай, Катехчай, Гарачай, Куручай, Чагаджукчай и Алинджачай. Экологическое состояние большинства речных бассейнов (43,3 %) оценено в 4 балла. 18,3 % речных бассейнов оценено в 5 баллов, к ним относятся Кудилчай, Белоканчай, Талачай, Инджачай, Куручай, Охчучай, Кенделанчай и Джагирчай. Максимальные антропогенные нагрузки (6 баллов) наблюдаются в бассейнах рек Кишчай, Инджачай, Боладычай, Ордубадчай, Баситчай и Гянджачай, составляя 10,4 % от всех изученных бассейнов.

Воздействие животноводства на качество речных вод зависит от поголовья скота, приходящегося на 1 км² водосбора [6]. Слабое (< 15), незначительное (15...25), значительное (26...40), умеренное (41...100), сильное (101...150), очень сильное (> 150 животных/км²). Снижение потребительских качеств водных ресурсов под влиянием этого фактора соответствует 1, 2, 3, 4, 5 и 6 баллам антропогенной нагрузки соответственно. В бассейнах изученных рек плотность поголовья скота составляет 19...690 животных/км² (2...6 балла. табл.). В бассейнах рек Гильгилчай, Сумгаитчай, Болгарчай и Гиланчай экологическое состояние оценено в 2 балла. В речных бассейнах Гарачай, Вельвеличай, Дашагылчай и Кюракчай экологическое состояние соответствует 4 баллам. Большинство изученных речных бассейнов (66,7 %) отличается высокой плотностью животных и там экологическое состояние соответствует 6 баллам (табл.).

Лесные ресурсы влияют на многолетние изменения годового и сезонного стока воды, взвешенных наносов, растворенных веществ. Вырубка лесов и лесовосстановление сопровождаются нарушением зональных особенностей миграции тяжелых металлов вследствие изменения рН в почвенных растворах. Влияние этого вида антропогенных нагрузок на малые реки оценить достаточно сложно [2]. Оно может быть учтено в первом приближении на основе балльной оценки. В начале 20 века лесистость в Азербайджане достигала 35 % [7]. Это значение может быть принято в качестве фонового (0 баллов). Если лесистость менее 35 %, экспертная оценка позитивного влияния леса на изменение стока соответствует -1 баллу. Если лесистость более 35 %, негативное воздействие принимается равным +1 баллу. На территории исследуемых бассейнов лишь у 6 % рек (Катехчай, Белоканчай и Талачай) лесистость более 35 %. Поэтому в пределах этих речных бассейнов влияния леса на изменение стока соответствует -1 баллу.

Сброс сточных вод в реки достаточно велик. Вклад сточных вод в антропогенную нагрузку оценен с использованием двух показателей: отношение условной приведенной массы загрязняющих веществ, которые поступают в реку со сточными водами, к объему годового стока рек и условного объема сточных вод (с учетом степени очистки), приходящихся на 1 м³ речного стока [6]. Почти все исследованные реки в большей или меньшей степени подвергаются влиянию сбросов сточных вод. Из 65 крупных городов и райцентров республики, только 25 городов имеют канализационную сеть, из них 17 имеют очистные сооружения. Водоотведение в водные объекты республики составляет 73,3 млн. м³/год. Из них объем загрязненных стоков составляет 25,3 млн. м³/год, а объем нормативно-очищенных – 48,0 млн. м³/год. Проведенные исследования [1] показывают, что из рек северо-восточного склона Большого Кавказа наиболее существенному антропогенному воздействию подвержена р. Кудиалчай. Предприятиями г. Куба в нее ежегодно сбрасывается около 1,4 млн. м³ неочищенных сточных вод, а в районе г. Хачмаса – свыше 100 тыс. м³ хозяйственно-бытовых сточных вод. После сброса сточных вод предприятиями г. Хачмас в р. Кудиалчай качество воды данной реки резко ухудшается. Сточные воды также сбрасываются в реки южного склона Большого Кавказа. Например, суточный сброс сточных вод в количестве около 1,2 тыс. м³ способствует заметному изменению качества воды р. Белоканчай ниже по течению. В р. Турианчай ежегодно сбрасывается около 230 тыс. м³ неочищенных сточных вод предприятиями г. Агдаша. Вследствие этого, вниз по течению после сброса сточных вод в р. Турианчай наблюдается резкое увеличение, как косвенных показателей загрязнения, так и непосредственно загрязнителей. Существенному антропогенному воздействию подвержена также и р. Геокчай. В нее в течение года сбрасывается без очистки свыше 150 тыс. м³ сточных вод. Такая картина наблюдается и на реках других регионов Азербайджана. По данным Р.М. Мамедова [6] в реку Акстафачай сбрасываются коммунальные стоки г. Казаха в объеме 655 тыс. м³/год, после биологической очистки, а также нормативно чистые воды в объеме 3000 тыс. м³/год. На территории республики в р. Таузчай поступают неочищенные стоки г. Тауза. Отсутствие очистных сооружений в г. Тауз является главной причиной загрязнения р. Таузчай. Объем неочищенных коммунальных стоков сброшенных в реку составляет 1 млн. м³/год. Река Кошкарчай подвергается загрязнению, в основном, на территории Дашкесанского района и г. Гянджи. Промышленные и хозяйственные, недостаточно-очищенные в механических очистных сооружениях сточные воды г. Гянджи в объеме 400 тыс. м³/год являются при-

чиной загрязнения реки. Плохая работа очистных сооружений г. Гянджи, отсутствие очистных сооружений в г. Дашкесан определяют концентрацию загрязняющих веществ в реке Кошкарчай. Следует отметить, что эти реки, вместе с р. Охчучай, являются наиболее загрязненными не только на Малом Кавказе, но и в целом в республике. По данным Ш.Б. Халилова [8] в р. Нахичеванчай ежедневно сбрасывается 47 тыс. м³ сточных вод. К сожалению, по всем рекам таких данных нет. Н.И. Алексеевский в связи с отсутствием количества сточных вод сбрасываемых в каждую реку, предлагает оценить влияние этого вида антропогенных нагрузок от 2 до 5 баллов [2]. Учитывая вышесказанное, автору представляется, что влияние этого вида антропогенной нагрузки можно оценить в среднем в 3 балла (табл.).

Сток, качество поверхностных и подземных вод зависят также от степени антропогенизации. С возрастанием степени антропогенизации увеличивается сток взвешенных наносов и растворенных веществ. Коэффициент антропогенизации (k) менее 0,2 соответствует природному фону состояния водосборов и принимается в 1 балл. Дальнейшее ухудшение ситуации соответствует $k = 0,2 \dots 0,4$ (2 балла), $k = 0,41 \dots 0,60$ (3 балла), $k = 0,61 \dots 0,80$ (4 балла) и $k > 0,81$ (5 баллов) [2]. По данным Б.А. Будагова и Я.А. Гарибова антропогенизация территории Азербайджана, в соответствии с вертикальной зональностью, изменяется от устья до истока рек [3]. То есть, с повышением рельефа коэффициент антропогенизации водосбора уменьшается. В нижних течениях рек $k = 0,8 \dots 0,9$, в среднем $k = 0,3 \dots 0,6$, а в верхних – $k = 0,1 \dots 0,2$. Учитывая это положение значения коэффициента антропогенизации водосборов в среднем можно принять равным 0,5. Это соответствует 3 балльной антропогенной нагрузке (табл.).

Интегральное изменение состояния рек соответствует сумме экспертных баллов ($СБ$) по каждому виду антропогенных нагрузок (табл.). В первом приближении можно считать, что при $СБ < 5$ антропогенное воздействие отсутствует. Классы слабой, умеренной и значительной антропогенной нагрузки можно выделять при $СБ = 5 \dots 10$; $11 \dots 15$; $16 \dots 20$ баллов соответственно. Проведенное нами исследование показывает, что в пределах изучаемых водосборов сумма экспертных баллов изменяется от 10 до 16 баллов. Таким образом, выявлено, что 2 % изученных рек находятся в условиях слабой, 25 % – умеренной и 73 % – значительной антропогенной нагрузки.

Химическое загрязнение рек оценено по индексу загрязнения воды (ИЗВ) [5]. Оно обуславливает различие в классах качества воды. По индексу загрязнения речные воды подразделяются на слабо загрязненные

(II класс), умеренно загрязненные (III класс), загрязненные (IV класс) и сильно загрязненные (V класс). В целом, воды изученных рек относятся к III и IV классу (умеренно загрязненные и загрязненные) качества по ИЗВ с использованием ПДК санитарно-гигиенических нормативов и лишь вода в верхнем течении р. Сумгаитчай слабо загрязненная (II класс). Сильно загрязненные воды (V класс) не входили в состав объектов исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуев М.А. Изменение гидрохимического режима горных рек Азербайджана под воздействием антропогенных факторов. / Материалы III Международная научная конференция «Восстановление нарушенных природных экосистем». – Донецк: 2008. – С. 30-33.
2. Алексеевский Н.И., Гриневский С.О. Ефремов П.В., Заславская М.Б., Григорьева И.Л. Малые реки и экологическое состояние территории. // Водные ресурсы. – 2003. – Т. 30. – №5. – С. 586-595.
3. Будагов Б.А., Гарибов Я.А. Основные направления антропогенизации природных ландшафтов. В кн: Конструктивная география Азербайджанской Республики. (на азерб. языке). – Баку: Элм. – 2000. – С. 158-170.
4. Мамедов Р.М., Агаларова Н.М., Джафарова Ш.Д., Ахмедова А.Ф. Антропогенное воздействие на реки Азербайджана, впадающие в Каспийское море. Проблемы опустынивания в Азербайджане. Материалы научно-практической конференции, посвященной 75-летию академика Б.А. Будагова. Баку: 2003. – С. 239-247.
5. Методические указания по формализованной комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – М.: Госком по гидрометеорологии, 1988. 10 с.
6. Скорняков В.А. Учет распределения антропогенных факторов и антропогенных нагрузок при оценке качества воды. Проблемы гидрологии и гидроэкологии. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – Вып.1. – С. 238-261.
7. Халилов М.Я. Антропогенные изменения и восстановление растительного покрова. В кн: Конструктивная география Азербайджанской Республики. (на азерб. языке). – Баку: Элм. – 2000. – С. 131-157.
8. Халилов Ш.Б. Водохранилища Азербайджана и их экологические проблемы. – Баку: 2003. – 310 с.

Институт Географии НАНА, Азербайджан

ЖАСАНДЫ ЖҮКТЕМЕ БОЙЫНША ӘЗЕРБАЙЖАННЫҢ ӨЗЕҢ АЛАПТАРЫНЫҢ КҮЙІН БАРЛАУ БАҒАСЫ

Геогр. ғылымд. канд. М.А. Абдуев

2 % зерттелетін өзендері әлсіз, 25 % ұшыраған және 73 % айтарлықтай дәреже жасанды жүктеме шамалы айқындалған. Өзеннің сулар ластанулар индекс бойынша жатқан, негізінде, шамалы кір басқан және кір басқанға (III және IV класс).

УДК 551:482

**КОМПЛЕКСНЫЙ СПОСОБ УСТАНОВЛЕНИЯ КАТЕГОРИИ РЕК
ГОРНОЙ ЧАСТИ КАЗАХСТАНА**

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

Усовершенствован способ установления категории рек горной части Казахстана.

Основной целью классификации речной сети является определение категорий рек и водотоков, отражающих их природные особенности, для обеспечения наиболее эффективной разработки водохозяйственных мероприятий в интересах рационального использования и охраны водных ресурсов. В работах Ф.В. Шкаликова, С.А. Вендрова, Н.И. Коронкеевича, А.И. Субботина, А.М. Владимирова, С.С. Сахариева для классификации рек и водотоков используются следующие характеристики: климатические условия, характер меженного периода, гидрологический режим, размер площади водосбора, длина реки, водность и т.д. [1, 2, 3, 10, 11]. В СССР в основном применялись два количественных критерия, с помощью которых равнинные реки делились на малые, средние и большие – это длина реки и площадь водосбора. В государственном стандарте СССР 19179-73 (Гидрология суши. Термины и определения, 1973 г.) и в Энциклопедическом словаре, «географических терминов» (1968 г.) к малым рекам относятся реки с водосборной площадью не более 2000 км², а вот в издании Госкомгидромета СССР по водным ресурсам (Ресурсы поверхностных вод СССР) к малым рекам относятся реки длиной не более 100 км [6, 7, 8, 9], независимо от площади их водосбора.

Указанные классификации рек и водотоков, как сказано выше, разработаны в основном для равнинных рек. Кроме того, в разных по размеру союзных и автономных республиках и краях Российской Федерации, в районах с разной плотностью населения и с разным хозяйственным потенциалом категории рек могут быть разными. Например, для Армении и Эстонии река длиной 90...100 км вряд ли должна считаться малой рекой, в центральных и северных районах Якутии и Красноярского края малой можно считать реку длиной в 200...250 км [1, 2].

Казахстан же занимает девятое место в мире по размеру своей территории, его площадь более 2,75 млн. км². На такой огромной территории имеется большое количество рек, например, по данным В.В. Голубцова, П.Ф. Лаврентьева и С.И. Соседова в Казахстане насчитывается 85 тыс. рек [4]. Отсюда огромный интерес к установлению категории рек.

Характерным для речной сети Казахстана является её неравномерное распределение и сток по территории, неравномерное распределение стока как внутри года, так и в многолетнем разрезе, общая маловодность, отсутствие постоянного поверхностного стока, наличие большого количества мелкой речной сети и т.д. Отмеченные специфические черты речной сети горной части Казахстана обусловлены континентальностью и засушливостью климата. Помимо этого, густота и характер речной сети зависят от рельефа, геологического строения и патологического состава пород и т.д.

В последнее время для установления категорий рек в работе Г.К. Исмаиловой [5] предлагается совместно учитывать существующие категории (длину реки, площадь водосбора, норму годового стока) и в качестве четвертого критерия дается средняя глубина реки в рассматриваемом створе. Однако следует отметить, что точное определение средней глубины реки не всегда удается.

Приведенный анализ литературных источников показывает, что категории рек в основном определялись по одному из количественных критериев, которые отмечены выше, что является крайне недостаточным для оценки категории рек. Для полноценной оценки категории рек, на наш взгляд, необходимо принять как минимум четыре количественных критерия из ниже перечисленных, гидролого-гидрографических показателей, это среднемноголетний расход, длина реки, площадь водосбора и среднемноголетний слой стока. Указанные показатели не трудно установить в многотомном издании материалов по водным ресурсам (Ресурсы поверхностных вод СССР) и из других справочно-нормативных документов.

При определении категории рек среднемноголетний расход является главной гидрологической характеристикой любой реки, поэтому он должен быть определяющим количественным критерием при установлении категории рек. Другой важной характеристикой речной сети считается длина реки и не менее важной характеристикой является площадь водосбора реки, так как между средним многолетним расходом и площадью водосбора существует функциональная зависимость, а среднемноголетний слой стока зависит от среднемноголетнего расхода и площади водосбора

реки. Таким образом, указанные гидролого-гидрографические показатели являются основными характеристиками любой реки, поэтому они могут быть положены в основу классификации речной сети Казахстана (табл. 1).

Таблица 1

Критерии для классификации речной сети горной части Казахстана

Категория реки	Категория, служащая для классификации речной сети			
	площадь водосбора, F км ²	длина реки, L км	средний многолетний расход, Q ₀ м ³ /с	средний многолетний слой стока, h ₀ мм
Малая	< 2000	< 100	< 10	< 1000
Средняя	> 500	< 500	10...50	1000...100
Большая	> 3000	> 100	> 50	> 100

Исходными данными для составления табл. 1 являются фактические материалы рек горной части Казахстана, при этом использовались данные при Q₀ > 0,10 м³/с более или менее изученных рек Арало-Сырдарьинского, Шу-Таласского и Балхаш-Алакольского ВХБ, а также бассейна реки Иртыш.

Наибольшее количество рек в Казахстане (около 50 %) приходится на высокогорные бассейны рек Иртыша и Или. Основное количество притоков также приходится на те же богатые влагой высокогорные бассейны рек Иртыш и Или, а также на бассейн оз. Балхаш. Эти три бассейна включают около 70 % всех притоков [9].

Ниже приводятся анализ соответствия критериев к категории рек.

Таблица 2

Площадь водосбора, F км²

Категория реки	Критерий соответствия	Количество рек			Процент соответствия
		всего	соответствует	не соответствует	
Малая	< 2000	286	282	4	98
Средняя	> 500	43	41	2	95
Большая	> 3000	16	16	-	100

Таблица 3

Длина реки, L км

Категория реки	Критерий соответствия	Количество рек			Процент соответствия
		всего	соответствует	не соответствует	
Малая	< 100	286	282	-	100
Средняя	< 500	43	43	-	100
Большая	> 100	16	14	2	88

Таблица 4

Норма годового стока рек (Q_0), м³/с

Категория реки	Критерий соответствия	Количество рек			Процент соответствия
		всего	соответствует	не соответствует	
Малая	< 10	286	286	-	100
Средняя	10...50	43	43	-	100
Большая	> 50	16	16	-	100

Таблица 5

Средний многолетний слой стока (h_0), мм

Категория реки	Критерий соответствия	Количество рек			Процент соответствия
		всего	соответствует	не соответствует	
Малая	< 1000	286	277	9	97
Средняя	1000...100	43	38	5	88
Большая	> 100	16	16	-	100

Таким образом, из анализа таблиц 2 – 5 можно констатировать, что существующие критерии (F , L и Q_0) и предложенный новый критерий (h_0) при совместном рассмотрении позволяют установить категории рек горной части речной сети Казахстана.

Выводы

1. Соответствие водотока по всем четырем критериям определяет реальную принадлежность реки к какой-либо категории.
2. Совпадение реки по трем критериям дает водотоку удовлетворительную классификацию.
3. Если из четырех критериев, два критерия характеризуют одну категорию рек, а остальные критерии характеризуют другую (другие) категорию рек, то в этом случае точное установление категорий рек затруднительно. В таких случаях для установления категорий рек предпочтение дается среднемноголетнему расходу и среднемноголетнему слою стока воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вендров С.Л. Жизнь наших рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 210 с.
2. Вендров С.Л., Коронкевич Н.И., Субботин А.И. Проблемы малых рек. / Вопросы географии. Сб. № 118 «Малые реки». – М.: Мысль, 1981. – 270 с.
3. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т. и др. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 595 с.
4. Голубцов В.В., Лаврентьев П.Ф., Соседов И.С. Проблемы гидрологии Казахстана. // Труды КазНИИ Госкомгидромета. – 1983. – Вып. 80. –

5. Исмаилова Г.К., Нарбаева К.Т., Нарбаев М.Т., Нарбаев Т.И. О классификации речной сети Казахстана. / Материалы международной научно-практической конференции «Перспективы развития сельскохозяйственного и автотракторного машиностроения в Республике Казахстан». – Алматы: 2006. – С. 261-263.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 13. Центральный и Южный Казахстан. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. Под ред. В.А. Семенова и Р.Д. Курдина. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 645 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 14. Вып. 2. Бассейн оз. Иссык-Куль, р.р. Чу, Талас, Тарим. Под ред. М.Н. Большакова. Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 307 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 14. Средняя Азия. Вып. 1. Бассейн р. Сыр-Дарья. Под ред. И.А. Ильина. Л.: Гидрометеиздат, 1969, 440 с.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. Под ред. А.А. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 319 с.
10. Сахариев С.С. Проблемы рационального использования водных ресурсов Казахстана. // КазНИИНТИ. Алма-Ата. – 1989. – 48 с.
11. Шкаликов Ф.В. Речная сеть Казахстана. // Труды КазНИГМИ. – 1959. – Вып. 2. – С. 90-95.

Казахский национальный университет, г. Алматы

Институт Географии, г. Алматы

Казахский национальный технический университет, г. Алматы

Алматинский гуманитарно-технический университет, г. Алматы

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУ БӨЛІГІНДЕГІ ӨЗЕНДЕРДІҢ КАТЕГОРИЯСЫН АНЫҚТАУҒА КЕШЕНДІ ТӘСІЛ

Г.К. Исмаилова

К.Т. Нарбаева

Геогр. ғылымд. канд.

Марс Т. Нарбаев

Техн. ғылымд. канд.

Т.И. Нарбаев

Қазақстанның тау бөлігіндегі өзендердің категориясын анықтау тәсілі жетілдірілген.

УДК 330.111.4

О БАЗИСНОЙ МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Доктор техн. наук М.Ж. Бурлибаев
 Д.М. Бурлибаева
Доктор геогр. наук А.А. Волчек
 Ан.А. Волчек

В настоящее время идут споры и дискуссии о базисной модели мониторинга наземных экосистем, т.е. каким она должна быть: интегральным для всей совокупности компонентов природы или дифференцированным для каждого компонента в отдельности. Представляется, что для получения целостной и реальной картины состояния окружающей среды необходимо иметь интегральные показатели мониторинга. Для того, чтобы иметь такие интегральные показатели состояния окружающей среды и обобщения результатов необходимо широко использовать математические модели мониторинга наземных экосистем. Этой проблеме посвящается данная статья.

Базисную модель наземной экосистемы, целесообразно реализовывать через модели двух, функционально связанных блоков, – процессов, происходящих в почве, и продукционного процесса растений. В интегральной форме эти модели описывают четыре основных функциональных процесса – фотосинтеза, дыхания, роста и отмирания наземной растительности различных видов: пойменной, лесной и сельскохозяйственной (культурной).

Проанализируем *составляющие продукционного процесса*. Фотосинтез зависит от интенсивности фотосинтетически активной радиации (ФАР), водного и температурного режимов, концентрации углекислого газа в атмосфере, плодородия почвы и видовых особенностей растений. Дыхание, в отличие от фотосинтеза, осуществляется не только в листьях, но и во всех других частях растений – листьях, стеблях и корнях, при этом, затрагивается накопленное органическое вещество. Описание роста и отмирания растений в математических моделях представляет особую сложность, так как, во-первых, – растения обладают способностью накапливать ассимилянт в резерв, исполь-

зудемый в подходящих условиях, зависящих от микроклимата, во-вторых, – неизвестна адаптивная способность растений.

С учетом этого, в анализируемую модель необходимо включить следующие блоки: почвенный, ростовой, фотосинтетический и гидрометеорологический. При этом, *фотосинтетический блок* должен базироваться на расчете транспирации, фотосинтеза и дыхания, *ростовой* – на описании динамики роста отдельных органов растений, *гидрометеорологический* – на распределении интенсивности ФАР, концентрации углекислого газа, влажности воздуха, водного потенциала почвы и растений, температуры воздуха, *почвенный* – на плодородии почвы, как совокупности водно-воздушных, теплового и пищевого режимов.

Модель трансформации наземной экосистемы должна быть незамкнутой, где входными параметрами являются природно-климатические факторы окружающей среды, определяющие наличие влаги и питательных веществ в почве.

Наиболее простое описание процесса трансформации наземной экосистемы заключено в модели Литта – Рябчикова:

$$R_p = \frac{W \cdot n}{36 \cdot R} \cdot \left\{ \min((1 + \exp(1,3 - 0,2 \cdot T))^{-1} \cdot (1 - \exp(-0,001 \cdot r))) \right\}, \quad (1)$$

где W – эффективное валовое увлажнение, мм/год; n – продолжительность сезона вегетации, декад; R – годовой термический баланс; T – среднегодовая температура воздуха; r – среднегодовое количество осадков. Более полной и динамичной является модифицированная модель Афанасика – Закржевского, имеющая вид

$$M_\tau = K_a \cdot E_n \cdot \bar{X}_\tau \cdot C_b \cdot \beta_\Phi \cdot (1 - \sigma(t_p)) \cdot \left(1 - \left(\frac{\varphi_c^i - \varphi^i}{\varphi_c^i - \varphi_{hp}^i} \right)_{max}^{bi} \right), \quad (2)$$

где M_τ – потенциально возможный прирост органической массы при оптимальных условиях факторов внешней среды; K_a – интенсивность фотосинтеза при световом насыщении и нормальной концентрации CO_2 ; E_n – интенсивность ФАР; X_i – коэффициент полезного действия поглощенной радиации изменяющийся во времени в связи с возрастным изменением клеточного и межклеточного обмена; C_b – концентрация CO_2 на хлоропластах листа; β_Φ – трансформационный коэффициент массы первичных ассимилянт в новое органическое вещество; $\sigma(t_p)$ – долевой коэффициент продуцируемых ассими-

лянт фотосинтеза, характеризующий их расход в процессе дыхания, роста; φ_c^i, φ^i и φ_{hp}^i – оптимальное, текущее и критическое значение лимитирующего фактора; b_i – наклон световой кривой фотосинтеза на расчетном интервале времени.

В качестве граничных условий, используется лимитирующее уравнение по элементам питания

$$M_{\tau}^{\Pi i} = \beta_{\Pi}^i \cdot \Pi_{\tau}^i, \quad (3)$$

где β_{Π}^i – масса вновь образованного органического вещества на единицу лимитирующего элемента питания; Π_{τ}^i – градиент эффективной концентрации элементов в почве у корней. Критерий обеспеченности фотосинтеза элементами питания (свето-пищевого соответствия Φ_n) и пищевой обеспеченности фотосинтеза (пищевого соответствия Π_{Φ}) определяется как

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{\Pi} &= \frac{K_a \cdot \Phi_a \cdot X_{\tau} \cdot C_b \cdot \beta_{\Phi} \cdot (1 - \sigma(t_p)) \cdot \left(1 - \left(\frac{\varphi_c^i - \varphi^i}{\varphi_c^i - \varphi_{hp}^i} \right)_{\max}^{b_i} \right)}{\frac{\beta_{\Pi}^i}{\beta_{\Phi}^i} \cdot E_T^{\tau} \cdot K_i^t \cdot \frac{S_i \cdot \gamma_0}{W_{\tau}}} \leq 1 \\ \Pi_{\Phi} &= \frac{1}{\Phi_{\Pi}} \geq 1, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где S_i – содержание подвижных форм i -го элемента на сухую навеску; γ_0 – содержание сухого вещества в единице объема; W_{τ} – объемная влажность почвы.

Изменение плотности биомассы растительности (P) может быть аппроксимировано следующим дифференциальным уравнением

$$\frac{dP}{dt} = \min\{\rho_P \cdot P, R_{PP}\} - M_P - T_P, \quad (5)$$

где ρ_P – максимальный продукционно-биологический коэффициент (ПБК) рассматриваемого типа наземной растительности; R_{PP} – продуктивность растительности – при меньших текущих значениях ПБК; M_P и T_P – величины отмирания и затрат на дыхание в единицу времени, соответственно.

Продуктивность растительности R_{PP} может быть описана зависимостью

$$R_{PP} = k_{PC} \cdot k_{PO} \cdot H_{PE} \cdot H_{PC} \cdot H_{PZ} \cdot H_{PW} \cdot H_{PT} \cdot \exp\left(-\frac{b_P}{\rho}\right), \quad (6)$$

мультипликативно отражающей роль основных факторов окружающей среды, где H_p , H_{pc} , H_r , H_{pw} и H_{pm} – функции воздействия на динамику роста растительности солнечной радиации, концентрации CO_2 , загрязненности среды, влажности почвы и температуры, а k_{pc} , b_p и k_{po} – коэффициенты зависимостей продукционного процесса от биомассы растительности.

Функции воздействия можно выразить системой расчетных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} H_{PC} &= \left(\frac{a_1}{E_n} + \frac{a_2}{C_1} \right)^{-1}; \\ H_{PT} &= P_0 \cdot \exp\left(-\alpha_{PT}(T - T_{max})^2\right); \\ H_{PZ} &= \exp(-d \cdot \xi \cdot Z); \\ H_{PW} &= 1 - \exp\left(-k_{PW}(W_S + W_{SQ})\right); \\ H_{PE} &= \frac{E_n}{E_P} \cdot \exp\left(-\frac{E_n}{E_P}\right), \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где E_n – интенсивность ФАР; E_P – оптимальная освещенность; ξ , α_{PT} , a_1 и a_2 – экспериментальные коэффициенты; C_1 – концентрация углекислого газа в атмосфере; T – расчетная температура воздуха; T_{max} – температура, определяющая максимальную интенсивность фотосинтеза; k_{pw} – коэффициент удельной транспирации; W_S – скорость транспирации для растительности; W_{SQ} – максимальная испаряемость в регионе; d – скорость загрязнения атмосферы в результате процессов выветривания, эрозии и др.; Z – концентрация химических элементов в почве; P_0 – интенсивность фотосинтеза при T_{max} .

Определимся с основными функциями воздействия на динамику роста растительности.

I. Функция влажности почвы H_{pw} формируется в процессе транспирации растений (W_S).

Скорость транспирационных процессов можно описать уравнением

$$W_S = k_{iAP} \cdot W_{SiP}, \quad (8)$$

где $W_{SiP} = k_{iSX} \cdot R_{Xi} + k_{iSY} \cdot R_{Yi} + k_{iSL} \cdot R_{Lii}$; k_{iAP} – коэффициент транспирации; k_{isp} – количество воды (водопотребление), расходуемое на образование единицы биомассы растительности типа $P(X, Y, L)$.

Величины R_{Pi} можно аппроксимировать уравнением

$$R_{Pi} = \varepsilon_i \cdot r_{Pi}, \quad (9)$$

где ε_i – доля солнечной энергии, усвояемая при фотосинтезе, или $\varepsilon_i = \varepsilon_{i0} \cdot (1 - \exp(-\varepsilon_{i1} \cdot W_{iS}))$; ε_{i0} – значение ε_i при достаточном количестве воды; ε_{i1} – коэффициент, отражающий падение усвояемости энергии солнечной радиации растениями при уменьшении количества доступной воды.

Скорость физического испарения воды в регионе легко описывается модифицированным уравнением Ольдекопа:

$$W_{SQ} = r_i \cdot \left(1 - \exp \left[- \frac{\frac{E_i \cdot W_{iA}}{\ell_i \cdot E_i(t_0)} \cdot \left(\frac{T_i}{T_i(t_0)} \right)^{0,5}}{r_i} \right] \right), \quad (10)$$

где r_i – годовое количество осадков; E_i – среднееголетнее суммарное испарение с суши; W_{iA} – испаряемость в i -ом регионе за счет осадков; $E_i(t_0)$ – суммарное испарение с суши в расчетном году; ℓ_i – линейный размер i -ого региона или $\ell_i = 2\sqrt{\sigma_i/\pi}$, где σ_i – площадь расчетного региона; T_i и $T_i(t_0)$ – соответственно, среднееголетняя и среднегодовая температура в расчетном году.

II. Функция воздействия солнечной радиации зависит от интенсивности ФАР (E_n) и оптимальной освещенности (E_p).

III. Функция воздействия загрязненности среды

IV. Функция воздействия температуры определяется лимитирующей взаимосвязью температурного и водного режимов с проектированием температурного фактора через температуру растения.

При этом максимальная биопродуктивность достигается при оптимальной температуре растительного покрова, ибо как увеличение, так и уменьшение температуры обуславливает снижение фотосинтеза и, соответственно, биопродуктивности.

В целом температура растительного покрова зависит от уровня транспирации, зависящей от радиационного баланса испаряющей поверхности, т.е.

$$t_P^i = \frac{R_3}{\alpha} \cdot \left(1 - \frac{Q}{R_3} - \frac{E_T \cdot r}{R_3} \right) + t_b^i, \quad (11)$$

где R_3 – величина радиационного баланса; Q – поток тепла в почву; α – коэффициент теплообмена в системе – растение - воздух; E_T – транспирация; t_b^i – показатель температурного режима региона в вегетационный период; r – влажность воздуха.

На рис. 1 представлена обобщенная принципиальная схема системы прогнозирования изменений природной среды, в которой мониторинговая модель входит составной частью.

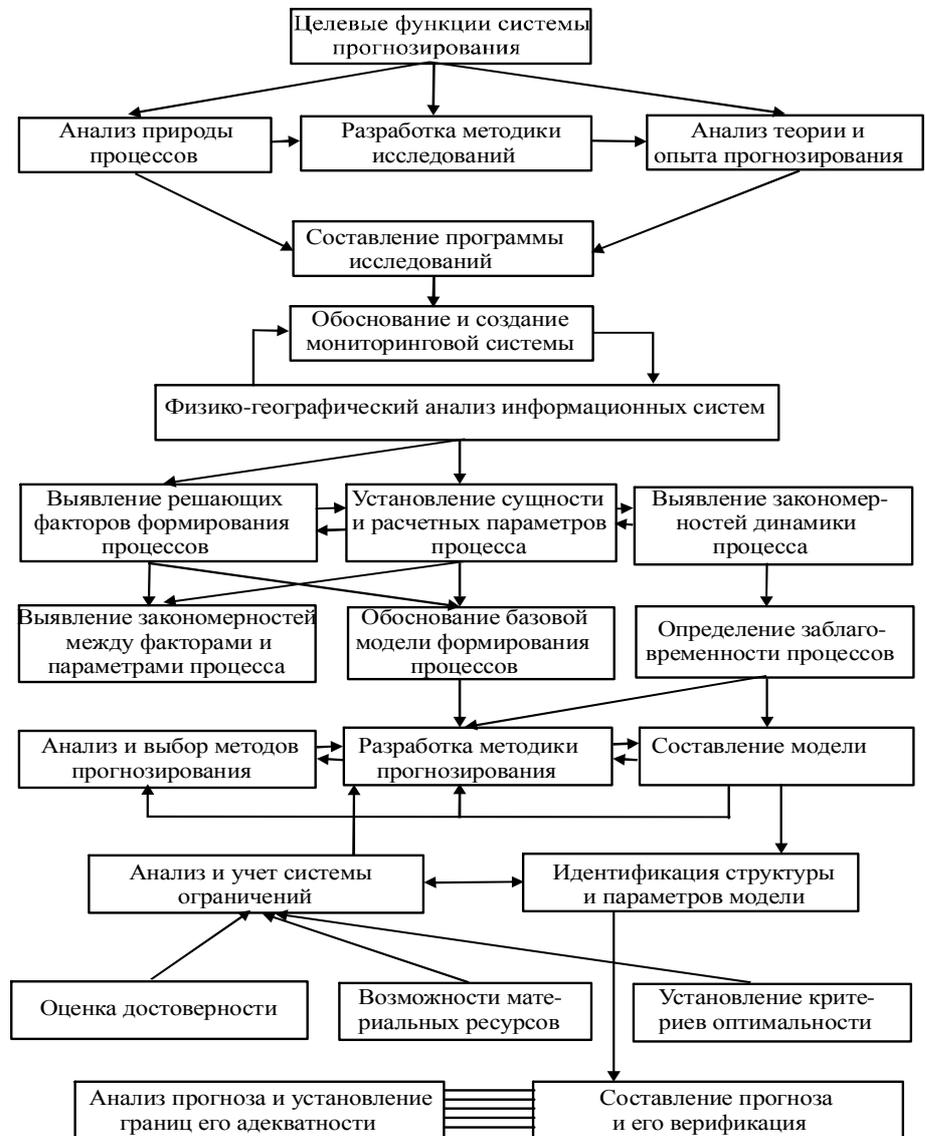


Рис. 1. Принципиальная схема системы прогнозирования изменений природной среды.

Основной компонент отрицательного воздействия антропогенной активности – загрязнение всех областей окружающей среды: воздуха, воды и почвы. Поскольку все три геосферы в процессе эволюции установили тесные взаимосвязи, то при разрушительном воздействии на одну из них опасности разрушения подвергаются и другие. Поэтому, например, сжигание конечного продукта очистки канализационных вод нельзя считать решением задачи борьбы с загрязнением, так как такая технология лишь переносит антропогенную нагрузку с воды на атмосферу.

Ограниченность в средствах и уникальность экологических систем исключают возможность активного эксперимента, поэтому важное значение для прогнозирования и оценки состояния природной среды приобретают построение и использование соответствующих математических моделей.

Модели, используемые для указанной цели, можно классифицировать в зависимости от изучаемого пространственного (и связанного с ним временного интервала осреднения) масштаба антропогенного влияния на локальные, региональные, глобальные.

Локальные модели распространения загрязняющих веществ используются в случаях, когда изучаемые масштабы распространения загрязнений составляют несколько километров. Обычно они применяются с целью определения «зоны влияния» отдельных источников загрязнения. Типичные величины концентраций загрязняющих веществ достаточно велики и представляют опасность, в частности, для здоровья человека.

Региональные модели используются, когда изучаемый масштаб загрязнения составляет величину от нескольких десятков до сотен километров. Характерные времена осреднения - от месяца до года. Глобальные модели оперируют масштабами от нескольких тысяч километров до масштабов всей планеты, типичное временное осреднение - несколько лет.

Проанализируем особенности моделирования загрязнения в регионе. Изменение концентрации Z_i загрязнения, генерируемого i -м регионом, происходит со скоростью, определяемой интенсивностью производства загрязнения Z_{kVGi} и их разложения Z_{TVi} :

$$\frac{dZ_i}{dt} = Z_{kVGi} - Z_{TVi} \quad (12)$$

Будем считать, что скорость генерации загрязнения в каждом регионе пропорциональна средней плотности населения (коэффициент k_{Zi}) и зависит от объема фондов на душу населения $V_{RGi} = V_i/G_i$:

$$Z_{kVGi} = k_{Zi} \cdot G_i \cdot Z_{VGi} \quad (13)$$

где

$$Z_{VGi} = Z_{VG}^{\max} \cdot \left(1 - \exp(-U_{ZGi} \cdot V_{RGi})\right) \quad (14)$$

Темп разложения загрязнения аддитивно зависит от естественной скорости разложения Z_{Ti} и от скорости искусственной ассимиляции Z_{Vi} , которая определяется долей капитала U_{ZGi} , направляемой на интенсификацию процессов очистки:

$$Z_{TVi} = Z_{Ti} + Z_{Vi} \quad (15)$$

Естественная скорость уничтожения природой вредных отходов прямо пропорциональна времени разложения T_{Zi} :

$$Z_{Ti} = \frac{Z_i}{T_{Zi}} \quad (16)$$

Увеличение скорости ассимиляции за счет вкладываемого капитала опишем зависимостью:

$$Z_{Vi} = \frac{U_{ZGi} \cdot V_i}{G_{ZGi}} \quad (17)$$

где G_{ZGi} – стоимость очистки единицы загрязнения.

Процесс генерации загрязнения в целом является более сложным, ибо необходимо детализировать причины возникновения загрязнения и учитывать случайность аварии. Также необходимо вводить зависимость способности биосферы к самоочищению от объема загрязнения, т.е. установить функциональную зависимость $T_{Zi} = T_{Zi}(Z_i)$.

Соответственно для воздуха имеем:

$$\frac{dB}{dt} = \sum \left(N_{Bj} \cdot Z_j + N_{Aj} \cdot b_{GCj} \cdot G_j \right) + \rho_B \cdot \frac{dT}{dt} - \frac{B}{T_B} + B_n \quad (18)$$

где B – показатель замутненности атмосферы, измеряемый массой посторонних примесей в воздухе над единицей площади поверхности земли.

Как видно изменение этого показателя определяется долей N_{Bj} общего загрязнения Z_j , попадающего из j -го региона в атмосферу; количеством отходов, производящих энергию предприятий (коэффициент N_{Aj}), содержанием водяных паров в атмосфере $\sum_{i=0}^m W_{iA}$, скоростью ее естествен-

ного просветления T_B^{-1} . Скорость естественного просветления атмосферы обратно пропорциональна времени T_B оседания частиц пыли и дыма. Влияние паров воды на изменение прозрачности атмосферы, очевидно,

проявляется через производную $\frac{1}{(m+1)} \cdot \frac{d}{dt} \sum_{i=0}^m W_{iA}$, которую можно приближенно представить как функцию dT/dt :

$$\frac{1}{(m+1)} \cdot \frac{d}{dt} \sum_{i=0}^m W_{iA} = \rho_B \cdot \frac{dT}{dt}. \quad (19)$$

где ρ_B – отражает скорость загрязнения атмосферы в результате естественных процессов – выветривания, эрозии и т.п. ($\sim 0,78 \text{ т} \cdot \text{км}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$).

При моделировании локальных загрязнений (озера, реки) определенное значение могут иметь модели глобальной циркуляции загрязняющих веществ в регионе. Они помогают в решении ряда задач.

Во-первых, они позволяют оценить глобальный фон (т.е. концентрации элементов в средах, обусловленных как естественными, так и антропогенными источниками, такими, как хвостохранилища БГМК, выветривание почв и др.). Поэтому глобальные модели могут дать представление о порядке величины концентраций ряда загрязняющих веществ (естественно, осредненных за большие промежутки времени, например за год, поскольку содержание многих веществ в воздухе над акваторией озера и в его воде в целом, изменяющихся под влиянием хозяйственной деятельности).

Во-вторых, количественные оценки, характеризующие переход загрязняющих веществ из одной среды в другую, полученные при построении глобальных моделей, в ряде случаев можно использовать в качестве первого приближения и при построении региональных и локальных моделей циркуляции загрязняющих веществ.

В-третьих, глобальные модели можно применять для анализа, обобщения, сопоставления имеющейся весьма разнородной информации об антропогенном поступлении, содержании, поведении загрязняющих веществ в различных природных средах. Общим для региональных и глобальных моделей является необходимость учета вторичного загрязнения (вследствие миграции и химической трансформации загрязнителя), поскольку здесь типична ситуация, когда опасность антропогенных поступлений определяется не столько загрязнением той среды, куда непосредственно происходит выброс, сколько вторичным загрязнением других сред.

Итак, перенос и поступление загрязняющих веществ в оз. Балхаш осуществляются, в основном, в пределах водосборного бассейна. Поэтому оконтуривание рассматриваемого региона осуществляется на бассейновой гидрологической основе с включением примыкающих к бассейну озера тер-

риторий, с которых возможен перенос загрязняющих веществ воздушными потоками. Схема циркуляции загрязняющих веществ в регионе учитывает воздушный перенос, переход из атмосферы на подстилающую поверхность, перенос водными потоками и распространение в водной толще озера.

Очевидно, что решение указанной задачи требует учета процессов, имеющих широкий диапазон временных масштабов, и поэтому перспективным является иерархический принцип создания модели, когда она строится на основе простой балансовой системы уравнений, коэффициенты которой рассчитываются по более сложным моделям, учитывающим процессы более коротких временных масштабов. Результаты расчетов по такого рода моделям призваны «заменить» обычно недостающую экспериментальную информацию, необходимую при определении коэффициентов. Таким образом, математическая модель распространения загрязняющих веществ в регионе должна представлять некоторую иерархическую систему моделей, позволяющую учесть не только взаимодействие различных природных сред, но рассчитывать антропогенную составляющую и прогнозировать ее изменения при различных вариантах хозяйственной деятельности, планируемой в регионе.

Особенностью атмосферного переноса загрязняющих веществ в регионе является вынос загрязнителей на акваторию озера, происходящий в основном по долинам ручьев, рек и береговой зоне, где расположены антропогенные источники. Тогда для оценки выноса количества загрязняющего вещества, переносимого от источника на акваторию, можно воспользоваться формулой

$$\frac{Q_s}{Q} = \frac{1}{2 \cdot \bar{u} \cdot \tau} \cdot \int_0^R \exp\left(-\frac{r}{\bar{u} \cdot \tau}\right) dr = \frac{1}{2} \cdot \exp\left(-\frac{R}{\bar{u} \cdot \tau}\right), \quad (20)$$

где Q_s – количество загрязняющего вещества, выносимого на акваторию озера; R – расстояние от источника до озера; \bar{u} – средняя скорость переноса; τ – время существования загрязняющего вещества в атмосфере; Q – мощность источника загрязнения.

Поскольку перенос по долине возможен как по направлению к озеру, так и от него, и эти события могут быть равновероятными, то в формуле (20) введен коэффициент $1/2$.

Для расчета рассеивания по акватории озера вынесенного загрязнителя используется модель, согласно которой поток загрязняющего вещества вычисляется отдельно для каждого румба (угловой сектор в 45°). Для 2-го румба по-

ток загрязняющего вещества на единицу площади и в единицу времени в точке на расстоянии r от точки выноса вычисляется по формуле

$$q(r) = \frac{8 \cdot f_i \cdot Q_s}{2 \cdot \pi \cdot r_0 \cdot r} \cdot \exp\left(-\frac{r}{r_0}\right), \quad (21)$$

где f_i – повторяемость направлений переноса данного румба, $r_0 = \bar{u} \cdot \tau$. Осредняя вычисленное значение $q(r)$ по площади и учитывая (21), приходим к формуле для расчета средней плотности выпадений

$$q = \frac{Q}{2} \cdot \exp\left(-\frac{R}{r_0}\right) \cdot \frac{1}{S} \cdot \int_S q(r) dS, \quad (22)$$

где S – площадь, по которой производится осреднение.

Параметром, подлежащим оценке в формуле (21), является, $r_0 = \bar{u} \cdot \tau$. Однако, осредненные по большим пространственным промежуткам, они дают слабое представление о зонах влияния отдельных антропогенных источников. В задачах регионального масштаба учет зон влияния, хотя и в грубой форме, необходим. Здесь часто бывает достаточно оценок таких характеристик зоны влияния, как ее размер и масса загрязняющего вещества в ней.

Для расчета этих характеристик возможен следующий подход. Предполагается заданной форма факела распространения сточных вод. Эта форма обусловлена глубиной выпуска, орографией дна, условиями турбулентного перемешивания. Пусть S – площадь части сферы радиуса r , пересекающей зону факела распространения выброса. Тогда поток q загрязняющего вещества через $S(r)$ равен

$$q(r) = \bar{c}(r) \cdot \bar{u} \cdot S(r), \quad (23)$$

где $\bar{c}(r)$ – средняя концентрация на расстоянии r , \bar{u} – средняя скорость переноса. Предполагаем, что

$$q(r) = Q \cdot \exp\left(-\frac{r}{u \cdot \tau}\right), \quad (24)$$

где Q – масса загрязняющего вещества, сбрасываемая в единицу времени, τ – время существования загрязняющего вещества в факеле (оно обусловлено процессами распада вещества и осаждения на дно).

Обозначим V_{cm} – объем сточных вод, сбрасываемых в единицу времени, k – кратность их разбавления (отношение концентраций в стоке к концентрации в воде) на расстоянии r , тогда из (22) и (23) следует, что

$$k = \frac{\bar{u} \cdot S(r)}{V_{cm}} \cdot \exp\left(\frac{r}{u \cdot \tau}\right). \quad (25)$$

Зона влияния обычно определяется максимальным, наперед заданным разбавлением. Значение этого разбавления выбирают в зависимости от предельно допустимой концентрации, от чувствительности метода измерения данного загрязнителя, его содержания в воде, обусловленного только естественными источниками, от вариабельности концентраций. Обозначим это значение k_0 , тогда R – размер зоны влияния – определится из уравнения

$$k_0 = \frac{\bar{u} \cdot S(R)}{V_{cm}} \cdot \exp\left(\frac{R}{u\tau}\right). \quad (26)$$

В частном случае при глубинном сбросе и большой глубине в районе сброса $S(r) = \theta r^2$, где θ – угол рассеивания, определяемый условиями турбулентного перемешивания. Последнее условие имеет место для выпуска сточных вод БГМК. Сопоставление данных расчета k_0 с данными проведенных экспериментов показывает совпадение их при $\theta \approx 10^{-1}$ и $\bar{u} \approx 10^{-2}$ м/с. Легко вычисляется и запас вещества M в зоне влияния:

$$M = \int_{V(R)} \frac{Q}{\bar{u} \cdot S(r)} \cdot \exp\left(\frac{r}{u \cdot \tau}\right) dr, \quad (27)$$

где $V(R)$ – зона влияния.

Не менее важным является и моделирование динамики антропогенных процессов в реках. Используем для описания динамики загрязнения на участках реки одну из наиболее распространенных математических моделей.

Введем следующие обозначения: i – номер района; n – номер периода года ($n = 1$ – летний период, $n = 2$ – зимний период); S_i – площадь поперечного сечения для i -го района; V_i – средняя скорость течения; Q_i – среднегодовой расход воды; D_i – протяженность i -го района.

Обозначим через \bar{X}_m^t – вектор концентрации загрязняющего вещества (фенол и его соединения – $m = 2$ и нефтепродукты – $m = 1$); $\bar{X}_{m,i}^t$ – концентрация загрязнителя m в i -м районе в момент времени t . Будем считать, что поступающие в какой-либо район загрязнения равномерно распределяются по всему этому району. Общее содержание загрязнителя в момент времени t равно

$$Z_{m,i}^t = X_{m,i}^t \cdot V_i, \quad (28)$$

где V_i – объем воды в i -м районе.

Обозначим через \bar{F}_m^t – вектор, характеризующий поступление загрязняющего вещества m в районы реки в момент времени t . При вычислении нужно использовать приведенный вектор сбросов \bar{q}_m^t , координаты которого рассчитываются следующим образом:

$$g_{m,i} = \frac{1}{V} \cdot F_{m,i}. \quad (29)$$

Введем в рассмотрение коэффициенты распада вещества за счет биохимического окисления β (сут^{-1}) имеем

$$R_m^n = \exp\left(-k_n \cdot \beta_m^n\right), \quad (30)$$

где β_m^n – коэффициент распада вещества m за 1 сут в продолжение периода n ; k_n – количество суток в периоде n ; R_m^n – коэффициент сохранения вещества m в период n .

Обозначив через Y_m^t – концентрацию загрязняющего вещества m в донных отложениях и предполагая, что $f(x,y)$ – функция взаимного обмена между \bar{X}^t и \bar{Y}^t – имеет вид

$$f_i = k_1 \cdot x_i - k_2 \cdot y_i, \quad (31)$$

где k_1 – доля вещества, осаждающегося из 1 м^3 воды на 1 м^2 дна; k_2 – доля вещества, поступающего с 1 м^2 поверхности донных отложений в 1 м^3 поверхностных вод, можно записать следующие соотношения для концентрации \bar{X}^{t+1} , \bar{Y}^{t+1} :

$$\left. \begin{aligned} \bar{X}^{t+1} &= (\bar{X}^t \cdot A + \bar{g} - f)R, \\ \bar{Y}^{t+1} &= (\bar{Y}^t + \bar{f} - k^* \cdot v_{\text{Д}} \cdot y_{\text{сдв}}^{-t}) \cdot R_{\text{Д}}, \end{aligned} \right\} \quad (32)$$

где $R_{\text{Д}}$ – коэффициент сохранения загрязняющего вещества в донных отложениях, $R_{\text{Д}} = \exp\left(-k_n \cdot \beta_{\text{Д}}\right)$. Полагая $\beta_{\text{Д}} = k_4 \cdot \beta$, будем иметь

$$R_{mД}^n = \exp(-k_n k_4 \beta) \cdot (R_m^n)^{k_4}. \quad (33)$$

Очевидно, $k_4 \leq 1$, v_d – скорость перемещения частиц грунта в донных отложениях; $v_d = k_4 \cdot v$, где v – скорость течения реки. Величина v_d меньше, чем v , как минимум, на порядок; $k^* = 1$; A – матрица перетоков, где a_{ij} – количество воды, перетекающей из i -го района в j -й за 1 временной шаг.

Описанная математическая модель позволяет решить задачу прогнозирования качества воды в реке и вычислить концентрацию фенолов и нефтепродуктов для отдельных районов разбиения в течение 10 лет (рис. 2).

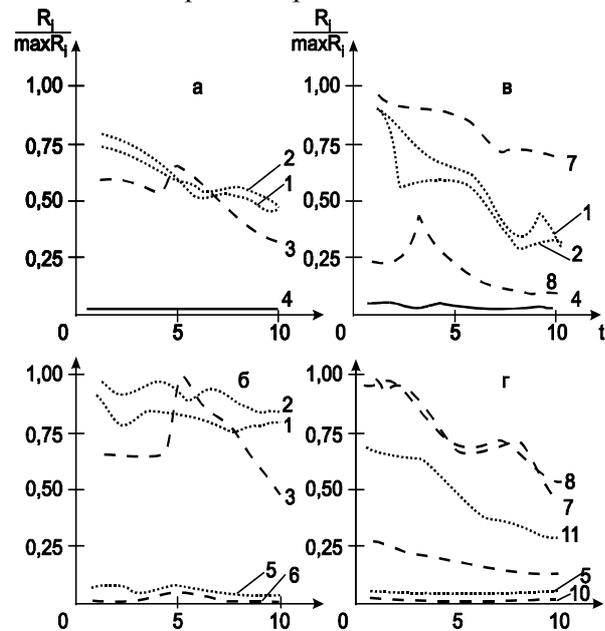


Рис. 2. Нормированные на свои максимальные значения концентрации нефти (1) и фенола (2) по сезонам года и районам. а – район устья; в и б – средние районы; г – район верховья; 1 – концентрация фенола на дне реки зимой; 2 – концентрация фенола на поверхности реки зимой; 3 – концентрация нефти на поверхности и дне реки зимой; 4 – концентрация нефти и фенола на поверхности и дне реки летом; 5 – концентрация фенола на дне и поверхности реки летом; 6 – концентрация нефти на дне и поверхности реки летом; 7 – концентрация нефти на поверхности реки зимой; 8 – концентрация нефти на дне реки зимой; 9 – концентрация нефти на поверхности реки летом; 10 – концентрация нефти на дне реки летом; 11 – концентрация фенола на дне и поверхности реки зимой.

В заключение отметим, что современная теория прогнозирования – предполагает непрерывный анализ причинно-следственных связей предска-

зуемых природных процессов. Большинство исследователей, занимающихся разработкой прогнозных схем изменения природных условий, считают наиболее целесообразным представлять их в виде подсистем – теоретического и информационного обеспечения, выбора концептуальных прогнозных методик, синтеза, и анализа их достоверности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Шведовский П.В. Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических методах и моделях. – Алматы, Каганат, 2003. – 525 с.
2. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А. Арало-Сырдарьинский бассейн (гидроэкологические проблемы, вопросы вододеления). – Алматы: Дәуір, 2001. – 180 с.
3. Бурлибаев М.Ж., Нурмаганбетов Д.Ш., Волчек А.А. Теоретические и прикладные основы проблем планирования и управления природопользованием и охраной природы. – Алматы: Каганат, 2007. – 360 с.

Казахстанское Агентство Прикладной Экологии, г. Алматы

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы

Полесский Аграрно-Экологический Институт НАН, Республика Беларусь

ЖЕР БЕТІНДЕГІ ЭКОСИСТЕМАЛАРДЫҢ БАРЛАУЫНЫҢ БАЗИСТІК ҮЛГІЛЕРІ ТУРАЛЫ

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бурлибаев Д.М. Бурлибаева
Геогр. ғылымд. докторы	А.А. Волчек Ан.А. Волчек

Дәл қазір жер бетіндегі экосистемалардың барлауды базистік үлгісі туралы даулар және пікірталастар жүреді, қалай ол болуы керек болатынын демек: интегралды табиғаттың компоненттерінің барлық жиынтығы немесе дифференциалдалған жекені әрбір компонентке. Қоршаған ортаның күйін бүтіндік және нақты суреттің алуына барлаудың интегралды көрсеткіштері алуға керегетінде көрінеді. Мұндай қоршаған ортаның күйі және нәтижелерді қорытудың интегралды көрсеткіштері жер бетіндегі экосистемалардың барлауының математикалық үлгілерін кең қолдануға керек алу үшін сол үшіндер. Бұл мәселеге осы бап арналады.

УДК 338.45:666.9.002.3

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Г.С. Боранкулова

В статье дан анализ показателей эколого-экономической оценки загрязненности промышленных отходов Таразского металлургического завода.

Основой сырьевой базы промышленности строительных материалов (ПСМ) традиционно рассматривались так называемые нерудные ископаемые, т.е. местное минеральное сырьё: пески, глины, гипсовый камень, гранит, базальт и другие породы. Однако запасы экологически чистого минерального сырья ограничены.

Известно, что в породах естественного происхождения всегда присутствуют помимо основных (Ca, Al, Si, Fe, Mg,) и второстепенных (K, Na, S, Se, C), редкие элементы – это, как правило, тяжёлые металлы, химические загрязнители. Содержание химических элементов в твёрдых отходах металлургического производства приведено в табл. 1.

Содержание естественных радионуклидов (ЕРН) в твёрдых отходах характеризуется большим разбросом показателей эффективной удельной активности. Повышенной (> 370 Бк/кг) эффективной удельной активностью отличаются вскрышные породы, хвосты обогащения. Шлаки характеризуются меньшей эффективной удельной активностью.

Отмеченная ограниченность экологически чистой сырьевой базы ПСМ, а также необходимость снижения антропогенного давления на окружающую природную среду обусловили вовлечение в производственный оборот с одной стороны менее экологически чистых, т.е. природно-загрязнённых сырьевых источников, с другой – вторичных сырьевых ресурсов отходов производства потребления [1].

Наряду с химическими загрязнителями в отходах металлургического комплекса представлены и ЕРН, которые содержат в своём составе элементы, принадлежащие семействам урана-238, тория-232 и калия-40. Содержащиеся в них токсичные вещества (ЕРН, продукты их распада и тяжёлые металлы) представляют некоторую опасность для человека и окружающей среды.

Таблица 1

Содержание химических элементов в твёрдых отходах металлургического производства, мг/кг

Элемент	ПДК	Доменный шлак		Сталеплавильный шлак		Отработанные формовочные смеси		Минеральный шлам		Хвосты обогащения	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Pb	32	400	1200	336	972	15,5	21,4	48	932	354	1123
Cr	6	98	202	74	162	2,4	7,2	-	-	83	184
Co	5	22	128	14	112	1,4	2,8	0,82	4,3	18	119
Ni	35	95	172	68	152	1,1	1,8	24	36	84	166
Zn	23	350	1180	254	878	-	-	12	48	318	920
Cu	23	520	1340	315	1128	4,1	12,4	24	426	480	1260
As	2	14	18	10	12	-	-	1,2	1,5	12	14

Учитывая, что удалить их невозможно или очень сложно, получение экологически безопасных строительных материалов (СМ) из загрязнённого природного сырья и промышленных отходов является перспективным направлением расширения сырьевой базы промышленности СМ, снижения стоимости продукции, предотвращения образования новых отвалов и уменьшения потребности в оборудовании новых полигонов. В табл. 2 приведено содержание радиоактивных веществ в отходах Таразского металлургического завода.

Таблица 2

Содержание радиоактивных веществ в отходах Таразского металлургического завода

Отходы	Ra-226	Th-232	K-40	A _{эфф}
Доменный шлак	<u>122</u>	<u>114</u>	<u>112</u>	<u>132</u>
	134	122	124	206
Сталеплавильный шлак	<u>122</u>	<u>110</u>	<u>106</u>	<u>124</u>
	134	127	121	198
Отработанные формовочные смеси	<u>42</u>	<u>45</u>	<u>43</u>	<u>46,4</u>
	61	67	64	60,9
Минеральный шлам	<u>41</u>	<u>44</u>	<u>42</u>	<u>52</u>
	44	76	74	78
Хвосты обогащения	<u>142</u>	<u>134</u>	<u>128</u>	<u>152</u>
	174	166	162	214

Примечание. В числителе даны минимальные значения, в знаменателе – максимальные.

Одинаковый или схожий химический и минеральный состав природного и техногенного сырья (отходов), а также единое направление их использования позволяют рассматривать промышленные отходы и местные материалы как единую сырьевую базу стройиндустрии. Это в свою очередь предопределяет необходимость комплексной оценки экологической (химико-радиационной) загрязненности реальных и потенциальных сырьевых источников с целью первоочередного вовлечения в производство предпочтительных.

Для оценки уровня общей загрязненности сырьевого источника предлагается использовать показатель экологической загрязненности, определяемый по формуле:

$$П_{эз} = \sum_{i=1}^n (m_i \cdot k_{pi}) + k \sum_{j=1}^m (m_j \cdot k_{xj}), \quad (1)$$

где m_i и m_j – массовые доли радиоактивных (естественных радионуклидов) и химически загрязняющих веществ в одной тонне сырья соответственно,

отн. ед., k – коэффициент, учитывающий совместное действие различных химических загрязнителей [1], k_{pi} – коэффициент относительной опасности естественных радионуклидов, определяемый как $k_{pi} = A_{эфф} / 370$, отн. ед., k_{xj} – коэффициент относительной эколого-экономической опасности загрязняющих веществ, определяется по [2].

Рассчитанные по формуле (1) показатели экологической загрязненности сырья и промышленных отходов данных табл. 2 показали, что наименьшие его значения характерны для отработанных формовочных смесей, а наибольшие для минерального шлама и хвостов.

Для эколого-экономической оценки сырья, отходов и произведенных из них СМ предлагается следующая формула:

$$P_{ээ} = \sum_{i=1}^n (m_i \cdot A_{эфф}) + \sum_{j=1}^n (m_j \cdot H_{nj}), \quad (2)$$

где $P_{ээ}$ – показатель эколого-экономической оценки сырья, отходов и СМ, т/т; m_i – массовая доля радиоактивного загрязняющего вещества, отн. ед. (т/т); $A_{эфф}$ – эффективность удельной активности ЕРН загрязненного сырья, отходов, СМ; m_j – масса химического ЗВ (ТМ), содержащее в сырье, отходе или СМ; H_{nj} – норматив платы за выбросы ЗВ в атмосферу, т/т.

Значения эколого-экономических показателей загрязненности промышленных отходов металлургического комплекса рассчитанные по формуле (2) и данным табл. 1 представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели экологической загрязненности промышленных отходов на 1 т, отн. ед.

Сырьё	$P_{ээ \min}$	$P_{ээ \max}$	$P_{ээ \text{ ср.}}$
Доменный шлак	0,56	0,82	0,69
Сталеплавильный шлак	0,48	0,71	0,59
Отработанные формовочные смеси	0,15	0,17	0,16
Минеральный шлак	0,21	1,82	1,02
Хвосты обогащения	0,78	0,94	0,86

Анализ показателей эколого-экономической оценки загрязненности рассмотренных промышленных отходов свидетельствует, что они больше всего у хвостов обогащения и меньше всего у отработанных формовочных смесей. Основной вклад в оценку эколого-экономической за-

грязненности большинства рассмотренных отходов вносят естественные радионуклиды. Например, для хвостов обогащения 61,2 % величины $P_{э}$ приходится на естественные радионуклиды и 38,8 % на тяжелые металлы. Для доменных шлаков 75 % величины показателя эколого-экономической оценки загрязненности приходится на естественные радионуклиды и 25 % на тяжелые металлы, несмотря на их высокое содержание.

Таблица 4

Показатели эколого-экономической загрязненности промышленных отходов металлургического завода

Отходы	$P_{э}$, тг/т
Доменный шлак	112,45
Сталеплавильный шлак	103,88
Отработанные формовочные смеси	70,43
Минеральный шлам	75,82
Хвосты обогащения	158,3

Предлагаемые математические зависимости позволяют с эколого-экономических позиций оценить загрязненность промышленных отходов и одновременное присутствие в них тяжелых металлов и радиоактивных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анитова Т. А. Теория организации. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 367 с.
2. Методика определения экологического ущерба – М., Госкомитет РФ по охране окружающей среды, 1999. – 71 с.

ТарГУ им. М.Х. Дулати, г. Тараз

МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТІҢ ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Г.С. Боранкулова

Тараз металлургиялық зауытының қатты қалдықтарын эколого-экономикалық бағалау көрсеткіштері көрсетілген.

ЭОЖ 577.4:66.046.44.59

**КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ
ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ**

Техн. ғылымд. канд. А.Н. Құтжанова

Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысы «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасау үшін қолданылған есептеу мәліметтері мен әдістері келтірілген. Экологиялық карта-схеманы жасау арқылы ластау көздерінен шығатын зиянды заттардың атмосфера ауасында шектік рұқсат етілген концентрациялар шамасына дейін сейілу қашықтығы айқындалды. Мұнда кен байыту қалдықтарын сақтайтын қоймадан барлық жел бағыттарында қалдық шаңдарының ШРК-ға дейін сейілетін қашықтықтағы есептеу нүктелерін сызықпен қосу арқылы зиянды заттардың санитарлық нормадан артық мөлшерде ластанатын жер ауданы анықталды. Осылайша анықталған жер ауданы, шаң түріндегі кен байыту қалдықтарының атмосфера ауасында ШРК деңгейіне сейілгенге дейін Зырян қаласының солтүстік-батыс бөлігін санитарлық талаптан артық мөлшерде қалдық шаңымен ластайтындығына көз жеткізілді.

Ластау көздерінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында, алдымен сол ластау көзі орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасы жасалынуы тиіс. Ондай карта-схема ластау көздерінен шығатын зиянды заттардың атмосфера ауасында шектік рұқсат етілген концентрациялар (ШРК) шамасына дейін сейілу қашықтығын анықтау мақсатында, сол сейілу қашықтығына жергілікті жердің метеорологиялық ерекшеліктері мен жер бедерінің әсерлеріне талдау жасау және көрші өндіріс орындарынан атмосфера ауасына тасталынатын аттас зиянды заттардың қарастырылып отырған зиянды заттар концентрацияларын қаншалықты арттыратындығын бағалау үшін қажет. Карта-схема қамтитын радиус ластау көздерінің параметрлеріне, метеорологиялық жағдайға және жер бедерінің ерекшеліктеріне байланысты анықталады. Себебі, ластау көзі орналасқан ауданның карта-схемасы зиянды заттардың ШРК мөлшеріне

дейін сейілу аумағын қамтуы тиіс те, онда талдау жүргізілетін барлық нысандар қамтылады [1].

Ластау көздерінен атмосфера ауасына көтерілетін барлық зиянды заттардың сейілуі шартты түрде мынадай факторларға тәуелді:

1. жергілікті жердің температуралық стратификациялық көрсеткіші – А коэффициентіне және ол жерден атмосфера ауасына көтерілетін зиянды заттардың тік және көлбеу бағытта таралуына (Қазақстанның жер аумағы үшін температуралық стратификациялық А коэффициенті 200-ге тең);
2. ластау көзі орналасқан ауданның климаттық ерекшелігіне;
3. сол ауданның тік және көлбеу бағыттағы жел сипаттамаларына және Қазақстанның жер аумағы топырағының біртектес болып келуіне байланысты [2].

Ластау көздерінен атмосфера ауасына көтерілетін зиянды заттардың таралуына жел бағыттары мен жылдамдықтарының маңызы үлкен. Себебі, жел жылдамдығына байланысты қауіпті метеорологиялық жағдай туындап, атмосфера ауасының ластануы, жоғарыда көрсетілген температуралық стратификация жағдайында күрт артады. Өйткені, жел жылдамдығы мардымсыз болған кезде, ондай желді экологиялық қауіпті жел деп атап, ол атмосфера ауасына тасталынатын зиянды заттардың вертикал бағытта көтерілуіне кедергі болып, керісінше, жер бетіне қарай басады. Осының салдарынан, ластау көздерінен көтерілетін зиянды заттар атмосфера ауасында таралмай, жер бетіне жақын жатқан ауа қабатында шоғырланып жиналады. Бірақ, экологиялық қауіпті жел жылдамдығы әр ластау көздері үшін әр түрлі болады да, ол ластау көздерінің параметрлеріне тәуелді болып табылады. Жел жылдамдығы әдетте 2 м/сек-тан артық болған кезде, ластау көздерінен атмосфера ауасына көтерілетін зиянды заттар үлкен көлемдегі ауа қабатымен оңай араласады да, онда оның концентрациясы тез сейіледі. Бұл жерде назар аударатын жайт – ол экологиялық қауіпті жел жылдамдығы нүктелік ластау көздерінен шығатын зиянды заттардың сейілуіне әсерін тигізеді де, ауданы үлкен, ұйымдастырылмаған ластау көздері үшін, мысалы кен байыту қалдықтарын сақтау қоймалары үшін, ондағы қалдықтар ірі дисперсті және төмен температуралы болғандықтан, атмосфера ауасында сейілуіне төменгі жел жылдамдығы, яғни экологиялық қауіпті жел өз ықпалын тигізе алмайды. Себебі, штиль кезінде, немесе жел жылдамдығы өте төмен болғанда, аспанға көтерілетін зиянды заттардың аса майда

бөлшектері жоғары биіктікке көтеріледі де, олар ұзақ қашықтыққа орын алмастырып, сейіле алады. Бірақ, олардың ірілеу бөлшектері биіктікке соншалықты көтеріле алмайтындықтан, сол қалдық сақталған жер маңын үлкен концентрациямен ластайды. Сондықтан, атмосфера ауасына көтерілген кен байыту қалдықтарының жоғары қашықтықта сейілуіне үлкен жел жылдамдығы қажет.

Қалдық сақтау қоймасынан атмосфера ауасына көтерілетін кен байыту қалдықтарының мөлшері мен таралу бағыты жергілікті жердің метеорологиялық сипатымен тығыз байланысты. Шығыс Қазақстандағы Зырян қаласының метеорологиялық сипаты кестеде келтірілген.

Кесте

Зыряновск қаласы атмосферасында ластаушы заттардың сейілуін анықтайтын коэффициенттер мен метеорологиялық сипаттамалары

Сипаттама аталуы	Көлемі
Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедері коэффициенті	1...3
Жылдың (шілде) орташа максимал температурасы, °С	26,9
Жылдың (ақпан) орташа максимал температурасы, °С	-28,9
Жел бағытының қайталануы, %	
Солтүстік	11,0
Солтүстік-Шығыс	9,0
Шығыс	10,0
Оңтүстік-Шығыс	7,0
Оңтүстік	9,0
Оңтүстік-Батыс	18,0
Батыс	28,0
Солтүстік-Батыс	8,0
Қайталану дәрежесі 5 % болатын жел жылдамдығы, м/с	1,9

Кен байыту қалдықтарының атмосфера ауасындағы концентрациясын және олардың ШРК шамасына дейін сейілу шекараларын анықтау үшін [2], алдымен сол зиянды заттардың максимал концентрациясы C_m -ді анықтау керек те, оны мынадай формуламен есептеп табуға болады (1):

$$C_m = \frac{M \cdot A \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{\frac{4}{3}}} \cdot K, \quad (1)$$

қайда M – атмосфера ауасына көтерілетін кен байыту қалдықтарының г/сек-пен өлшенетін мөлшері; A – стратификациялық коэффициент ($A = 200$); F – қалдықтардың шөгу параметрі (байыту қалдықтары үшін $F = 3$);

n – жылдың орташа жел параметрі болып табылатын v_m шамасына тәуелді коэффициент ($v_m = 1,9$ м/с); η – қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның жер бедері ($\eta = 1$); H – байыту қалдығын сақтайтын қойманың орналасу биіктігі ($H = 3,5$ м); K – қалдық сақтау қоймасының диаметрі және көлеміне тәуелді параметр. K мынадай формуламен анықталады:

$$K = D / 8V_1, \quad (2)$$

кайда D – байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінің диаметрі ($D = 500$ м); V_1 – қалдық сақталынған қойма көлемі.

Зырян қаласындағы кен байыту қалдықтарын сақтау қоймасы, тұрғын аймақтан солтүстікке қарай 5300 м қашықтықта орналасқан. Байыту қалдықтарын сақтау қоймасы, жазықтықтан 4 м биіктікке салынған да, оның жазықтық бетінің орташа диаметрі 500 м шамасында.

Бұл қойма көлемі мынадай формуламен анықталады:

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3,14 \cdot 500}{4} \cdot 1,9 = 372875.$$

Осыған байланысты,

$$K = \frac{500}{8 \cdot 372875} = 0,00017.$$

Қалдық сақтау қоймасы бетінен атмосфера ауасына көтерілетін зиянды заттардың, онда таралуын көрсететін n коэффициенті тәуелді v'_m жел жылдамдығы мынадай формуламен анықталады:

$$v'_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H} = 1,235 \cdot D. \quad (3)$$

Жаздың күндері Зыряновск қаласы орналасқан жер аудандарында жылдамдығы 10...12,5 м/сек-қа жететін жел болып тұрады да, олар 24 күнге дейін созылады. Мұндай жел жылдамдықтары кезінде кен байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінен көтерілетін байыту қалдықтарының мөлшері сағатына 24,2 т-ға немесе 6722 г/сек-қа дейін жетеді. Мұндай жағдайда атмосфера ауасына көтерілетін байыту қалдықтарының максимал концентрациясы мынадай шамада болады:

$$C_m = \frac{6722 \cdot 200 \cdot 3 \cdot 1}{2^{3/4}} \cdot 0,00017 = 272,1, \text{ мг/м}^3$$

Байыту қалдықтарын сақтайтын қойма бетінен желді күндері атмосфера ауасына көтерілетін кен байыту қалдықтарының максимал концентрациясы білінетін максимал қашықтық X_m мынадай формуламен анықталады:

$$X_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H. \quad (4)$$

Мұндағы өлшем бірлігі жоқ d , $v_m > 2$, болған жағдайда мынадай формуламен анықталады:

$$d = 16,1 \cdot \sqrt{v'_m = 400}. \quad (5)$$

Сондықтан,

$$X_m = \frac{5-3}{4} \cdot 400 \cdot 2 = 400 \text{ м}$$

Атмосфера ауасына көтерілген кен байыту қалдықтарының ШРК деңгейіне дейін сейілуі X , м қашықтықта жүзеге асырылады да, ол концентрация мынадай формуламен анықталады:

$$C = S_1 \cdot C_m, \quad (6)$$

қайда S_1 – өлшем бірлігі жоқ шама; $X/X_m \leq 1$ болған шамасында және қалдық сақтайтын қойманың орналасу биіктігіне тәуелді де, оның биіктігі 10 м-ден аласа болған кезде (1) (6) формуладағы S_1 белгілеу S_1' белгісімен алмастырылып, мынадай формуламен анықталады:

$$S_1' = 0,125(10 - H) + 0,125(H - 2) \cdot S_1. \quad (7)$$

Бұл формуладағы $S_1' F > 1,5$ және $X/X_m > 8$ болған кезде мынадай түрде жазылады:

$$S_1 = \frac{1}{0,1(X/X_m)^2 + 2,47(X/X_m) - 17,8}. \quad (8)$$

Егер $1 < X/X_m \leq 8$ болса, онда S_1 мынадай формуламен анықталады:

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13(X/X_m)^2 + 1}. \quad (9)$$

Кен байыту қалдықтарын сақтайтын қойма Зырян қаласының солтүстік жағында 1700 м қашықтықта орналасқан. Бірақ жел бағыты оңтүстік-батысқа жиі соғатындықтан, қоймадан 2300 м қашықтықтағы Зырян қаласының оңтүстік-батыс бөлігінің атмосфера ауасындағы қалдық шаңының концентрациясы анықталып, 1,0 ШРК шекарасының концентрациялық сызығы карта-схемада көрсетілуі тиіс. Осыған байланысты аталған қашықтықтағы S_1 мынадай шамада болады:

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13(2300/1132)^2 + 1} = 0,73.$$

Сондықтан Зырян қаласының оңтүстік батыс бөлігіндегі атмосфера ауасында желді күндері байыту қалдықтарының шандары едәуір кемиді:

$$C^{OB} = S_1 C_m = 0,73 \cdot 272,1 = 198,6, \text{ мг/м}^3.$$

Ластау көзінен атмосфера ауасына көтерілетін зиянды заттардың температуралары қоршаған орта температурасына тең болған кезде ($\Delta T \approx 0$), экологиялық қауіпті жел деңгейі мынадай формуламен анықталады:

$$U_m = 2,2 \cdot v'_m = 2,72 \cdot D. \quad (10)$$

Мұндай жағдайда жер бетіне жақын жатқан ауа қабатындағы байыту қалдықтарының концентрациясы өзгереді:

$$C_{mi} = r \cdot C_m, \quad (11)$$

кайда $r = \frac{U}{U_m}$ -ге қатынасына байланысты мынадай формуламен анықталады:

$$r = 0,67 \left(\frac{U}{U_m} \right) + 1,67 \left(\frac{U}{U_m} \right)^2 - 1,34 \left(\frac{U}{U_m} \right)^3 = 0,67 \cdot 0,0014 + 1,7 \cdot (0,0014)^2 - 1,34 \cdot (0,0014)^3 = 0,001$$

Қауіпті жел жылдамдығында C_{mi} білінетін қашықтық X_{mi} P параметріне тәуелді:

$$X_{mi} = P \cdot X_m, \quad (12)$$

кайда P – өлшем бірлігі жоқ коэффициент, $\frac{U}{U_m} \leq 0,25$ болған кезде

$P = 3$. Осыған байланысты $C_{mi} \leq 0,001 \cdot C_m = 0,272$. Кен байыту қалдықтарының бұл концентрациясы мынадай қашықтықта сейіледі:

$$X_{mi} = P \cdot X_m = 3 \cdot 400 = 1200, \text{ м}$$

Кен байыту қалдықтарының атмосфера ауасындағы мөлшері ШРК шамасында болса, оны мынадай теңдеумен көрсетуге болады:

$$ШРК_{от} = S_1 \cdot C_m. \quad (13)$$

Мұнан $S_1 = \frac{ШРК_{от}}{C_m}$. Осыған байланысты X / X_m қатынасына S_1

анықтай отырып, оның «а» константасымен байланысты зиянды заттардың санитарлық үзіліс қашықтығын анықтайды:

$$X / X_m = a, \text{ мұнан } X = a \cdot X_m.$$

Сонан соң S_1 параметрі нақтыланды:

$$S_1 = \frac{ШПК_{om}}{C_m} = \frac{0,15}{0,272} = 0,55.$$

Осылай анықталған S_1 -дің мәніне $a = 3,6$ мәні сәйкес келеді де, байыту қалдықтарының ШПК-ға дейін сейілу қашықтығын мынадай түрде анықтаймыз:

$$X = a \cdot X_m = 3,5 \cdot 400 = 1400 \text{ м}$$

Жел бағыттарының жергілікті жердегі өзгеру ерекшеліктеріне байланысты зиянды заттардың ШПК деңгейіне дейін төмендеу қашықтығын санитарлық үзіліс деп атайды да, ол жел бағыттары мен оның орташа мәнінің қатынасын бір-біріне зиянды заттардың ШПК-ға дейін сейілу қашықтығына көбейтумен айқындалады:

$$l = X \frac{P}{P_o}. \quad (14)$$

қайда P – жел бағытының жергілікті жердегі ауысу көрсеткіші, %; P_o – желдің шеңбер бойымен бағытталу көрсеткіші. Бұл көрсеткіш 8 бағытта 12,5 %-ға тең.

Санитарлық үзіліс P -дің ШПК деңгейінен аспайтын көрсеткіш жел бағыттары бойынша мынадай қашықтықта болады:

$$l_c = 1400 \cdot \frac{11}{12,5} = 1232 \text{ м},$$

$$l_{cu} = 1400 \cdot \frac{9}{12,5} = 1008 \text{ м},$$

$$l_u = 1400 \cdot \frac{10,0}{12,5} = 1120 \text{ м},$$

$$l_{ou} = 1400 \cdot \frac{7}{12,5} = 784 \text{ м},$$

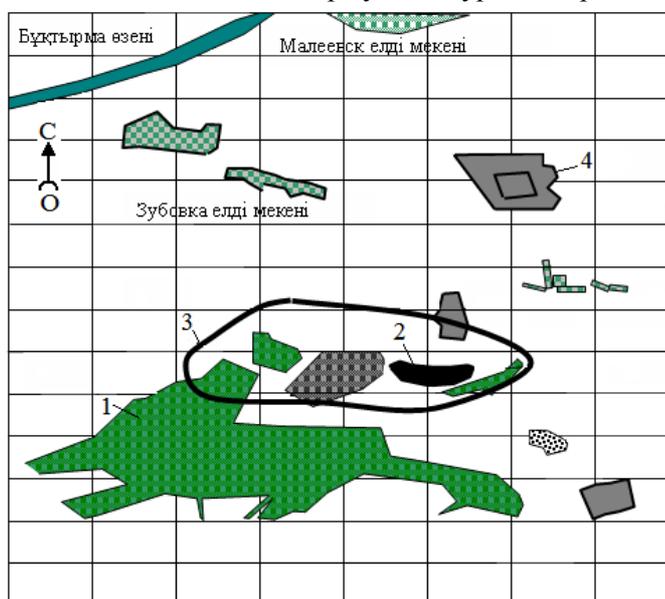
$$l_o = 1400 \cdot \frac{9}{12,5} = 1008 \text{ м},$$

$$l_{ob} = 1400 \cdot \frac{18,0}{12,5} = 2016 \text{ м},$$

$$l_{\bar{o}} = 1400 \cdot \frac{28,0}{12,5} = 3136 \text{ м},$$

$$l_{\bar{o}b} = 1400 \cdot \frac{8}{12,5} = 896 \text{ м}.$$

Кен байыту қалдықтарын сақтайтын қоймадан барлық жел бағыттарындағы қалдық шандарының ШРК-ға дейін сейілетін бұл қашықтықтағы есептеу нүктелерінің сызықпен қосу арқылы зиянды заттардың санитарлық нормадан артық мөлшерде ластанатын жер ауданы анықталады. Осылай анықталған жер ауданы суретте көрсетілген.



Сурет. Қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның карта-схемасы.
 1 – Зырян қаласы; 2 – ескі қалдық сақтау қоймасы; 3 – өндіріс аумағы;
 4 – жаңа қалдық сақтау қоймасы.

Бұл суреттен, шаң түрінде аспанға көтерілетін кен байыту қалдықтары санитарлық талап – ШРК деңгейіне сейілгенге дейін, Зырян қаласының солтүстік-батыс бөлігі нормадан артық мөлшерде байыту қалдықтарының шаңымен ластанатындығы байқалады. Желдің басқа жеті румбада соғу бағыттарында санитарлық талаптан артық мөлшердегі байыту қалдықтары өндірістік зона аумақтарын ғана қамтиды. Бірақ, өндіріс аумағында шаңға тағайындалған ШРК_{ж.з.} 1,5 мг/м³ болатындықтан, ал экологиялық қауіпті жел кезіндегі атмосфера ауасындағы байыту қалдықтарының концентрациясы 0,272 мг/м³ екендігінен жұмыс зонасындағы байыту қалдықтарының атмосфера ауасындағы мөлшері санитарлық талапқа сай болып табылады. Сондықтан желдің басқа бағыттардағы соғу аймақтарының экологиялық қауіпсіздік мәселелері қаперге алынбайды.

Сонымен, бұл мақалада ШҚО «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасалып, ластау көздерінен шығатын зиянды заттардың атмосфера ауасында ШРК шамасына дейін сейілу қашықтығы айқындалды. Мұнда кен байыту қалдықтарын сақтайтын қоймадан барлық жел бағыттарында қалдық шаңдарының ШРК-ға дейін сейілетін қашықтықтағы есептеу нүктелерін сызықпен қосу арқылы зиянды заттардың санитарлық нормадан артық мөлшерде ластанатын жер ауданы анықталды. Осылайша анықталған жер ауданы, шаң түріндегі кен байыту қалдықтарының атмосфера ауасында ШРК деңгейіне сейілгенге дейін Зырян қаласының солтүстік-батыс бөлігін санитарлық талаптан артық мөлшерде қалдық шаңымен ластайтындығын көрсетті.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Общесоюзный нормативный документ (ОНД-86). – М.: Госкомгидромет, 1986. – 90 с.
2. Челноков А.А., Ющенко В.В. Основы промышленной экологии. – Минск: Высшая школа, 2001. – 343 с.
3. Шаприцкий В.Н. Разработка нормативов ПДВ для защиты атмосферы. // Справочник – М.: Металлургия, 1990. – С. 38-58.

Международный Казахско-Турецкий университет им. К. Ясави, г. Туркистан

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ХВОСТАМИ ОБОГАЩЕНИЯ

Канд. техн. наук А.Н. Кутжанова

В статье приведены результаты расчета влияния хвостов обогащения АО «Казцинк» Зыряновского горно-обогатительного комплекса Восточно-Казахстанской области на окружающую среду. Составлена карты-схемы расположения отходов. На карте-схеме определены земельные площади загрязненных выше нормативных пределов территорий по всем направлениям ветра. Рассчитаны предельные расстояния, до которых рассеивается пыль отходов до 1 ПДК и показана граница этой зоны. Определенная таким образом земельная площадь, позволила убедиться в том, что рассеивание хвостов обогащения загрязняет северо-западную часть города Зыряновска.

УДК 551.311.21+627.1-1.40(584.6)

**ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ
РИСКА И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Канд. геогр. наук А.С. Есжанова

В статье приводится теоретическое обоснование эколого-геоморфологической оценки риска и безопасного взаимодействия рельефной среды и человека. Рассмотрены методы качественной и количественной оценки и картографирования эколого-геоморфологического риска.

Усиление конструктивного начала в геоморфологии, как и в географической науке в целом, вызвано усложнением взаимоотношений природы и общества, ускорением темпов преобразований в экономике и научно-технологического развития. Рельеф как базисный элемент природного комплекса в значительной степени влияет на характер хозяйственной деятельности человека и также наиболее подвержен преобразующему воздействию этой деятельности. Поэтому практически все геоморфологические исследования последнего времени являются экологическими в той или иной степени. В последнее десятилетие в мире зародилось новое и весьма востребованное направление – экологическая геоморфология. Ее содержанием является рассмотрение рельефа и рельефообразующих процессов, как одного из основных элементов среды обитания человека; установление взаимосвязей геоморфологических систем с условиями жизни и деятельности человеческого общества и геоморфологических аспектов рационального природопользования. В сферу задач экологической геоморфологии входят исследования по оценке геоморфологической опасности и риска, урбогеоморфологии, эстетической геоморфологии.

В этой связи необходимо и уместно говорить об *эколого-геоморфологической системе (ЭГС)*, которую мы определяем как совокупность объектов и условий рельефа и условий обитания человека, связанных устойчивыми отношениями и образующих внутренне организованное единое целое и оказывающих существенное влияние на экологическое равновесие. Все объекты ЭГС рассматриваются как подсистемы целого (к которому рассматриваемый объект относится). Эколого-геоморфологическая система относится к открытым системам, т.к. сво-

бодно обменивается энергией, веществом и информацией с окружающей средой. По сути ЭГС является подсистемой так называемых природно-антропогенных систем.

Как и любая система, ЭГС обладает свойствами организации, связности, целостности и членимости. В системе выделяются отдельные части и определяются взаимодействия этих частей, служащих какой-либо функции. К подсистемам эколого-геоморфологической надсистемы можно отнести геоморфологическую и социально-экономическую. Поскольку геоморфологическая подсистема прежде всего выполняет функцию каркаса, основы для инфраструктуры жизни и деятельности человека, то и требования социально-экономической подсистемы к рельефу в основном состоят в следующем:

- некритические значения морфометрических показателей (абсолютной высоты, крутизны склонов и расчлененности),
- слабое проявление рельефообразующих процессов,
- эстетичность и разнообразие.

К примеру, повышенные значения абсолютной высоты местности оказываются неблагоприятными для здоровья людей, высокая степень расчлененности и крутые склоны затрудняют ведение сельского хозяйства (растениеводство), строительства и т.п. Эстетичность и разнообразие форм рельефа являются достаточно субъективными характеристиками, не играют ключевой роли при определении геоморфологического риска и представляют интерес преимущественно при рекреационно-геоморфологических исследованиях.

Изучение проблемы безопасности взаимодействия рельефной среды и общества вписывается в круг задач экологической и прикладной геоморфологии, тесно связанных с задачами обеспечения безопасности человека и окружающей среды в целом.

На рис. показаны основные элементы системы «рельефная среда-общество», наиболее важные для исследования с точки зрения возникновения опасной ситуации для обоих компонент системы. В области «рельефная среда» источником наибольшей опасности для жизнедеятельности человека являются неблагоприятные рельефообразующие процессы, а также морфометрические показатели рельефа, оценке и картированию которых следует уделить повышенное внимание в данном исследовании. Эти важнейшие элементы являются следствием геолого-тектонического развития территории и последующего экзогенного геоморфогенеза, сформиро-

вавших современный геоморфологический облик Казахстана. Тем более, наиболее актуальным и приоритетным направлением в современной мировой геоморфологии является динамический аспект, т.к. опасные рельефообразующие процессы всегда являлись источником значительных человеческих и материальных потерь и в связи с возросшими угрозами стихийных бедствий на глобальном уровне. Что касается антропогенного блока задач, то детальному анализу и оценке необходимо подвергнуть социо-экономические показатели, отражающие селитебное, промышленное, строительное (гидротехническое), сельскохозяйственное, транспортное, рекреационное воздействие на рельеф.

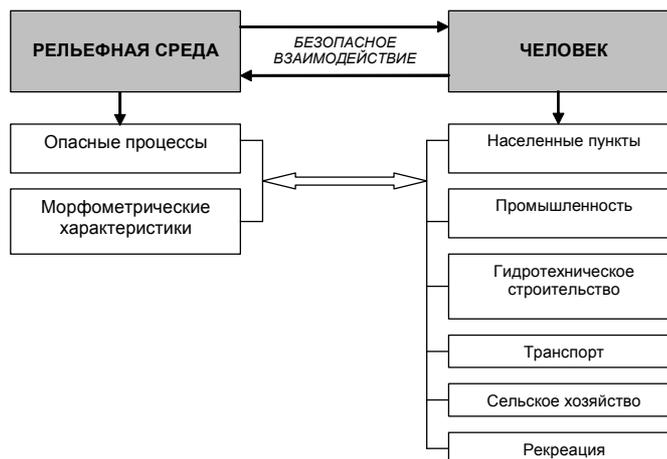


Рис. Схема взаимодействия «рельефная среда – общество».

Человек и рельефная среда находятся в постоянном взаимодействии друг с другом, и взаимодействие это может считаться безопасным в условиях, когда потоки энергии и вещества находятся в допустимых пределах, не приводящих к нарушению целостности и нормального функционирования каждой из взаимодействующих сторон. Превышение этих потоков из допустимых пределов в результате естественных (стихийные бедствия) и рукотворных (техногенные катастрофы) факторов приводит к негативным последствиям для всех компонентов системы.

Принимая во внимание положения общей теории систем [3], в зависимости от величины потока в обоих направлениях, можно выделить 4 уровня взаимодействия в системе «рельефная среда – общество»:

1) *безопасное*, при котором потоки создают благоприятные и безопасные условия деятельности, обеспечивают сохранение здоровья и жизни человека и целостности компонент системы.

2) *допустимое*, когда потоки не приводят к негативным изменениям здоровья и деятельности человека, но вызывают несущественные обратимые изменения в рельефной среде.

3) *опасное*, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека и серьезным нарушениям в рельефной среде.

4) *чрезвычайно опасное*, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут повлечь вред здоровью или смертельный исход, вызвать необратимые изменения в рельефной среде.

Очевидно, что лишь первые два уровня можно считать приемлемыми для повседневной жизни. Негативные последствия последних двух вызываются при высокой степени *опасности* – свойства материи (живой и неживой) причинять ущерб людям, природной среде, материальным ценностям.

Опасность потенциально существует всегда и, как справедливо отмечает Б.Н. Порфирьев [6, 7, 8], любое из существующих определений понятия «риск» подразумевает возможность опасной ситуации, а не саму данную ситуацию, иными словами потенциальную, а не реальную опасность. Как было отмечено выше, *источниками опасности* являются как геоморфологические процессы и явления, рельефная среда, так и деятельность человеческого общества.

Геоморфологический риск – вероятность наступления (активизации) нежелательного геоморфологического события и возможность нанесения ущерба хозяйственным объектам и населению, связанного с теми или иными условиями рельефа. Вместе с тем, это и действия человека с учетом возможной опасности и ущерба. Научное направление развивается в тесном контакте динамической геоморфологии с теорией и практикой экономической оценки ущерба – оценкой экономического ущерба от нарушения природной среды [4]. Понятие геоморфологической опасности определено как возможность, угроза бедствия, катастрофы, несчастья для людей и их хозяйственных объектов, обусловленную проявлением природных, техногенных и природно-антропогенных рельефообразующих процессов и форм рельефа (Д.А. Тимофеев, 1991). Знание качественных и количественных показателей различных типов геоморфологической опасности (выделяемых им по длительности проявления, повторяемости и скорости протекания) уменьшает степень геоморфологического риска, то есть риска хозяйственной деятельности в геоморфологически опасных условиях и районах.

Вопросы природной опасности и риска стали наиболее активно развиваться в связи с реализацией Международной геосферно-биосферной программы «Глобальные изменения» (В.М. Котляков, 1986). Под его руководством и в дальнейшем самостоятельно, С.П. Горшков, С.М. Мягков и другие исследователи разработали основные вопросы географии и управления природным риском [5]. В работах этих и других географов [1, 9] показано, что риск и безопасность – это, прежде всего, проблема социальная, и источником риска могут быть разные факторы и в немалой степени сам человек, особенности его восприятия. Здесь необходимо отметить важность социально-экономических исследований и необходимость их развития для проведения полноценного эколого-геоморфологического исследования.

Согласно закону необходимости разнообразия Эшби, система должна обладать возможностью изменять своё состояние в ответ на возможное возмущение; разнообразие возмущений требует соответствующего ему разнообразия возможных состояний. В противном случае такая система не сможет отвечать задачам управления, выдвигаемым внешней средой, и будет малоэффективной. Отсутствие или недостаточность разнообразия могут свидетельствовать о нарушении целостности подсистем, составляющих данную систему. ЭГС отвечает этому требованию как посредством внутренних связей, т.к. любое сколько-нибудь значимое изменение в рельефной среде находит отражение в состоянии социо-экономической системы, так и внешних, поскольку крупные социальные и экономические преобразования невозможны без адекватной реакции природных систем.

Как известно, под управлением рельефообразующими процессами понимается организация рационального взаимодействия между внешними системами и объектами. Управление предполагает наличие в системе обратных связей: получать, накапливать, хранить информацию о самой системе, а также среде и на этой основе влиять на поведение системы в целом, сохраняя, а при определенных условиях, повышая уровень ее организованности.

В стратегии управления эколого-геоморфологическими системами и обеспечения безопасности можно выделить два основных этапа: ее разработки (формирование) и осуществление (реализация). На первом этапе разработки стратегии управления реализуется аналитико-прогностическая функция управления. Этот этап предусматривает проведение оценки геоморфологического риска, то есть проведение фундаментальных исследований и выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, обеспечивающих создание научного задела для

последующего внедрения полученных результатов в практику [2]. Также необходима оценка социально и экономически значимых объектов, находящихся в зоне негативного воздействия рельефообразующих процессов.

Методы качественной и количественной оценки и картографирования. Поскольку воздействие негативных рельефообразующих процессов, влияющих на равновесие эколого-геоморфологических систем приводит к появлению неблагоприятных последствий количественного и качественного характера, то и эколого-геоморфологическая оценка состоит в качественной и количественной интерпретации существующей ситуации.

При качественной оценке учитываются основные геоморфологические характеристики – генезис, возраст и морфология рельефа, развитие современных рельефообразующих процессов, а также анализ природных, социально-экономических и экологических факторов безопасности рельефной среды. В силу хорошей геоморфологической изученности территории Казахстана, имеется достаточная база для дальнейшего исследования развития рельефной среды при усилении влияния антропогенного фактора.

Для количественной оценки безопасного функционирования рельефа используются количественные показатели рельефа (морфометрические характеристики, площадные и другие количественные данные развития процессов), а также социально-экономические данные, необходимые для оценки антропогенной составляющей безопасного развития рельефа.

Инструментом пространственной интерпретации данных на современном этапе развития геоморфологической науки служат ГИС-технологии и дешифрирование космических изображений. Применение ГИС-технологий позволяет проводить как качественную, так и количественную эколого-геоморфологическую оценку – определение площадей развития негативных рельефообразующих процессов, социально-экономических объектов, подверженных возможному ущербу, анализ риска, а также планирование мер по предотвращению, защите и смягчению последствий опасных процессов. Учитывая детальность изображения различных объектов на космических снимках, их дешифрирование может быть использовано для уточнения пространственных характеристик объектов – местоположения, границ и площадей развития процессов, ареалов их воздействия, антропогенных форм рельефа и т.п.

При эколого-геоморфологической оценке необходима пошаговая оценка геоморфологической среды, а также антропогенных факторов. Основу оценочной эколого-геоморфологической карты должна составить гео-

морфологическая карта с выделением группы, типа, подтипа рельефа, а также карта современных рельефообразующих процессов. Для экспертной эколого-геоморфологической оценки в пределах геоморфологических контуров необходим анализ большого количества картографических, фондовых, статистических материалов. Картографическое отображение необходимо проводить в соответствии с требованиями к картографической продукции, с использованием принятых методов и способов отображения объектов и свойств объектов.

Таким образом, посредством проведения эколого-геоморфологических исследований, возможно обеспечить решение задач снижения геоморфологического риска через обоснованную оценку развития рельефа, в том числе при различных видах антропогенного воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Н.А. Стихийные явления в природе. Проявление, эффективность защиты. – М.: Мысль, 1988. – 254 с.
2. Есжанова А.С. Стратегические цели обеспечения безопасности горных и предгорных экосистем // Материалы Междунар. конф. «Геоэкология и геоэкологические проблемы горных и межгорных систем на пороге XXI века». – Ташкент: 2001. – С. 52-55.
3. Л. фон Берталанфи. Общая теория систем – Критический обзор. – В кн.: Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82.
4. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология). – М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. – 640 с.
5. Мягков С.М. География природного риска. – М.: МГУ, 1995. – 222 с.
6. Порфирьев Б.Н. Управление в чрезвычайных ситуациях: Проблемы теории и практики // Проблемы безопасности: чрезвычайные ситуации, Т.1. – М.: ВИНТИ, 1991. – 203 с.
7. Порфирьев Б.Н. Уязвимость территории к воздействию опасных природных и техносоциальных процессов и явлений: возможная методика оценки // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ, 1999. – Вып.1 – С.47-50.
8. Порфирьев Б.Н. Экологическая экспертиза и риск технологий // Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. – М.: ВИНТИ, 1990. – 202 с.

9. Трофимов А.М., Московкин В.М. Некоторые теоретические предпосылки управления экзогенными процессами. В кн. Экзогенные процессы и эволюция рельефа. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1982. – 15 с.

Институт географии, г. Алматы

**ҚАУІПТІ БАҒАЛАУ ЖӘНЕ АДАМ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ**

Геогр. ғылымд. канд. А.С. Есжанова

Мақалада қауіпті экологиялық-геоморфологиялық бағалау және жер бедері мен қоғамның қауіпсізсіз ара әрекеттестігінің теориялық негіздемесі келтірілген. Экологиялық-геоморфологиялық қауіпті сапалы және санды бағалау мен картаға түсіру әдістері қарастырылған.

УДК 551.482 (574)

**УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
ГАРАНТИРОВАННОЙ ОТДАЧИ ВОДОХРАНИЛИЩА
СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА
КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Г.К. Исмаилова

Предложена формула для определения приведенной обеспеченности гарантированной отдачи водохранилища сезонного регулирования комплексного назначения

Сезонное регулирование стока вызывает резкое и притом повторяющееся ежегодно колебание притока по сезонам года. Некоторые виды потребления воды, например орошение, также испытывают сезонные колебания, причем по времени наступлений максимумов и минимумов графики стока и потребления могут иметь различную взаимосвязь, 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 [5]. Для отраслей экономики, сравнительно безболезненно допускающих некоторое ограничение в подаче воды, безусловное удовлетворение их полной потребности заведомо не целесообразно. 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 $P = 75 \dots 95 \%$ [5].

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

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

где m – порядковый номер; n – число членов ряда.

Это выражение предложено и теоретически обосновано С.Н. Крицким и М.Ф. Менкелем [2]. В настоящее время формула (1) рекомендуется СНиП 2.01.14-83 для определения расчетных гидрологических характеристик [6]. Таким образом, рекомендуемая формула позволяет определить обеспеченности сезонного регулирования стока при одноотраслевом 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 увеличивается 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 водохранилищ 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 [4]. В связи с этим, основная и наиболее ответственная задача водохозяйственного расчета сезонного регулирования заключается в правильном определении обеспеченности сезонного регулирования, по которой можно было бы 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 (орошение) с обеспеченностью P_1 и α_2 – гарантированная отдача (водоснабжение) с обеспеченностью P_2 , то при $\alpha_i = k_i$ приведенная обеспеченность при комплексном использовании водных ресурсов равна:

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

Далее в работе В.Г. Андреенова [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 использовать формулу (2) для определения приведенной обеспеченности сезонного регулирования стока при комплексном использовании водных ресурсов.

Как показано на рисунке, формула (2) установлена из следующего равенства:

$$P_{np} \alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1 \quad (3)$$

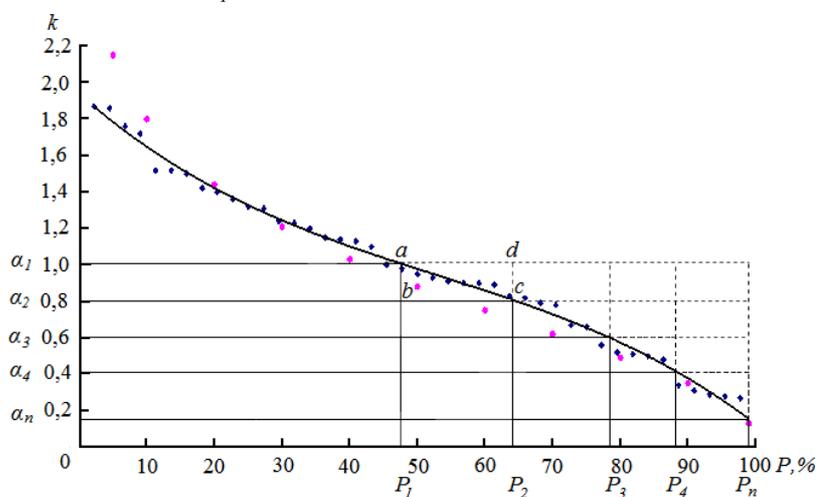


Рис. Схема к установлению приведенной обеспеченности гарантированной отдачи при n -ом числе водопотребителей и водопользователей.

Приведенное равенство (3) отождествляется в том случае, если в правую его часть добавить площадь треугольника abc , т.е.:

$$P_{\text{пп}}\alpha_1 = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 - \alpha_2 P_1 + \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)}{2} \quad (4)$$

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

$$P_{\text{пп}}\alpha_1 = \alpha_1 P_2 - \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)}{2}. \quad (5)$$

Из указанного равенства (5), можно записать уравнение для n -ого числа потребителей:

$$P_{\text{пп}}\alpha_1 = P_n\alpha_1 - \left[\frac{(\alpha_1 - \alpha_2)(P_2 - P_1)}{2} + \frac{[(\alpha_1 - \alpha_2) + (\alpha_1 - \alpha_3)](P_3 - P_2)}{2} + \frac{[(\alpha_1 - \alpha_3) + (\alpha_1 - \alpha_4)](P_4 - P_3)}{2} + \dots + \frac{[(\alpha_1 - \alpha_{n-1}) + (\alpha_1 - \alpha_n)](P_n - P_{n-1})}{2} \right] \quad (6)$$

или
$$P_{\text{пп}}\alpha_1 = P_n\alpha_1 - \sum_{i=2}^n \frac{[(\alpha_1 - \alpha_{i-1}) + (\alpha_1 - \alpha_i)](P_i - P_{i-1})}{2}. \quad (7)$$

Из формулы (7) приведенная обеспеченность для n потребителей вычисляется:

$$P_{\text{пп}} = P_n - \sum_{i=2}^n \frac{[(\alpha_1 - \alpha_{i-1}) + (\alpha_1 - \alpha_i)](P_i - P_{i-1})}{2\alpha_i}. \quad (8)$$

Для большей убедительности сравнительных расчетов наряду с формулой (2) и предлагаемыми формулами (4) и (5), приводим общеизвестную формулу определения $P_{\text{пп}}$, как средневзвешенное значение:

$$P_{\text{пп}} = \frac{P_1\alpha_1 + P_2\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}. \quad (9)$$

Результаты сравнительных расчетов полученных формулами (2), (4), (5) и (9) приводятся в таблице.

Таблица

Сравнение результатов расчета приведенной обеспеченности при $C_s = 2C_v$

C_v	Исходные данные				Результаты формул			
	α_1	P_1	α_2	P_2	(2)	(4)	(5)	(9)
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

В таблице видно, что расхождения результатов расчетов между существующими (2), (9) и предлагаемыми (4), (5) формулами составляет 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 водно-энергетических объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриянов В.Г. Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 325 с.
2. Крицкий Н.С., Менкель М.Ф. Выбор типа кривых распределения вероятностей для расчета речного стока. // Известия АН СССР ОТН. – 1948. – №6. – С. 907-917.
3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 392 с.
4. Панасенко И.В. Сезонно-годовое регулирование речного стока при энерго-ирригационном использовании водотоков. // Труды Института энергетики АН КазССР, Т. 1. – 1958. – С. 52-60.
5. Плешков Я.Ф. Регулирование речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 507 с.
6. СНиП 2.01.14.83. Определение гидрологических расчетных характеристик. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы

КЕШЕНДІ ТАҒАЙЫНДАЛҒАН МАУСЫМДЫҚ АҒЫНДЫ РЕТТЕЙТІН СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ КЕПІЛДЕМЕЛІК ТҰТЫНУДЫҢ КЕЛТІРІЛГЕН ҚАМТАМАСЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАУ

Г.К. Исмаилова

Зерттеулердің нәтижесінде кешенді тағайындалған маусымдық ағынды реттейтін су қоймасының кепілдемелік тұтынудың келтірілген қамтама-сыздығын анықтауға формула ұсынылған.

УДК 628. 394

К ВОПРОСУ О САМООЧИЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РЕЧНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА

Доктор геогр. наук С.М. Романова
Канд. геогр. наук Айс. Турсунова

Приведен анализ литературных данных и материалы собственных исследований по самоочищению и самоочищающей способности речных вод Казахстана.

Необходимость исследования процессов самоочищения вод от загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов, фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), нефтепродуктов, обусловлена отрицательным влиянием последних на санитарный режим водоемов и водотоков, здоровье человека и животных, а также на протекание различных физико-химических, биохимических, гидрохимических и других процессов. Как правило, в этих процессах смещаются кинетические и термодинамические равновесия, приводящие к нежелательным явлениям.

Загрязняющие вещества попадают в водоемы и водотоки в основном со сточными водами промышленного и сельскохозяйственного производства, а также коммунального и бытового хозяйства. Реки являются не только естественными дренами для водного стока, но и вынужденными коллекторами всех сточных вод на своем водосборе. Если раньше в населенных пунктах при отсутствии или слабом развитии канализации большая часть хозяйственно-бытовых сточных вод очищалась естественным путем, фильтруясь через почву и породы, то в настоящее время, с ростом городов и развитием промышленного производства, включая предприятия среднего и малого бизнеса, сточным водам открыт беспрепятственный доступ в водные объекты через канализацию и сбросные каналы сельхозугодий. Особенно сильно загрязняются сравнительно небольшие, и средние реки, находящиеся в промышленных и густонаселенных районах. Хотя наиболее крупные предприятия по добыче и переработке минеральных и органических веществ имеют очистные сооружения, эффективность очистки, к сожалению, еще недостаточно высока. Ряд исследователей отмечают, что, как правило, с ростом промышленного производства, например, тяжелых металлов, растет и загрязненность естественных и искусственных водоемов и водотоков. Поэтому вопросы о способности рек и водоемов к

самоочищению и о допустимой нагрузке их сточными водами приобретают все возрастающее значение.

Направление и скорость процесса самоочищения зависит, прежде всего, от вида загрязнения (химические свойства, концентрация, природа загрязняющих веществ, их сочетание, взаимовлияние и взаимообусловленность и др.). Поэтому все процессы, приводящие к самоочищению вод от токсических и опасных веществ можно разделить на три типа [7]:

1) химическое взаимодействие между загрязняющими ионами и различными катионами природных вод: реакции гидролиза и образования труднорастворимых веществ, окислительно-восстановительные процессы, образование комплексных соединений. Обычно первые три группы процессов ведут к снижению подвижности, например, тяжелых металлов, последняя – к увеличению подвижности;

2) взаимодействие загрязняющих веществ со взвешенными в воде веществами и донными отложениями, почвами водосборных бассейнов (сорбционно-десорбционные процессы);

3) биохимические процессы.

Считается убедительно доказанным фактом, что живые организмы могут накапливать значительные количества различных элементов. Так, в некоторых морских растениях и животных концентрация тяжелых металлов (например, Ni, Co, Cu, Zn, Cr, Mn) превышает содержание их в воде в сотни, тысячи, а иногда в десятки тысяч раз [9]. К.Б. Краускопф предположил, что биохимическое взаимодействие может играть решающую роль в концентрировании и сохранении в живых организмах отдельных тяжелых металлов [10].

На основании многолетних экспериментальных работ по исследованию поглощающей способности природных и химически чистых веществ, а также по влиянию сорбции на самоочищающую способность водных масс водоемов аридных зон, нами установлена весьма существенная роль именно этого фактора [6]. Данные, полученные Г.А. Соломиным и Т.О. Гончаровой, также свидетельствуют о том, что содержание ионов тяжелых металлов в водах, где присутствуют значительные количества железа и алюминия, уменьшается за счет адсорбции гидроксидами последних и в большей степени зависит от значений величины pH [7].

В природные водные объекты со сточными водами поступают загрязняющие вещества консервативного (например, хлориды, сульфаты) и неконсервативного (например, ряд органических веществ) характера. Как

правило, самоочищение водных объектов от консервативных веществ происходит только за счет разбавления сточной жидкости природной водой, а неконсервативных – как разбавлением, так и процессами превращения веществ (химические, биологические, физико-химические, физические и др.), протекающими в реках, озерах, водохранилищах, прудах, морях.

Для расчета и оценки самоочищающей способности или степени самоочищения (CC) водных объектов или их участков от специфических загрязняющих веществ (нефтепродукты, фенолы, СПАВ, органические вещества по окисляемости или БПК и др.) можно использовать приведенную ниже формулу [8].

Степень самоочищения, выражается в процентах убыли концентрации загрязняющего вещества относительно его первоначального значения:

$$CC = \frac{C_n - C_k}{C_n} \cdot 100\%, \text{ где } C_n \text{ и } C_k - \text{концентрация загрязняющих}$$

веществ, в начальном и конечном створе соответственно, мг/дм³.

В настоящее время качественное состояние вод и водных объектов оценивается по 4-м категориям: *чистые* – реки горной части бассейна, вне зоны антропогенного загрязнения, с качеством, близким к природному; *незначительно загрязненные* – реки или их участки, умеренно загрязненные поверхностным стоком с территории мелких населенных пунктов, расположенных на выходе рек из гор; *загрязненные* – реки или их участки, в значительной степени загрязненные стоком поселков и орошаемых земель; *сильно загрязненные* – реки или их участки, утратившие способность к самоочищению и не пригодные для всех видов водопользования [2].

Балкаш-Алакольский бассейн. В воде водотоков южного побережья оз. Алаколь превышения ПДК выявлены по сульфатам, нефтепродуктам, меди, марганцу и фенолам. Наиболее загрязнены реки Коржынколь и Тентек (сбросной коллектор). В воде водотоков северного побережья превышения ПДК выявлены по БПК₅, сульфатам, нефтепродуктам, меди, марганцу и фенолам, в единичных случаях превышают кадмий и свинец (р. Урджар, дельта). Наиболее загрязнены дельты рек Урджар и Катынсу. К «чистым» водотокам отнесена протока Егинсу.

В воде основных водоемов превышения ПДК выявлены по сульфатам, фторидам, СПАВ, нефтепродуктам, меди, марганцу и фенолам. Состояние озер оценивается как «умеренно загрязненное» [4, 5].

Таким образом, приведенные данные по качеству воды показывают, что гидрохимический режим рек Алакольского гидрографического

бассейна не отвечает требованиям санитарной чистоты для рыбного хозяйства, рекреации. К основным загрязнителям воды кроме промышленных, горнодобывающих и перерабатывающих предприятий относятся городская застройка, животноводческие фермы, сельскохозяйственные поля орошения, различного рода отстойники, хранилища твердых, жидких отходов и нефтепродуктов. Около 50 % населения используют питьевую воду, не отвечающую нормативам по минерализации и жесткости. Прогрессирующее загрязнение подземных вод быстро приводит к потере питьевого значения месторождений.

Расчет самоочищающей способности р. Или производился между створами пристань Дубунь и 164 км выше ГЭС. Первый пункт – это начальный, а второй – конечный створ, соответственно. Установлено, что во многих случаях концентрация загрязняющего вещества в нижнем створе превышает ее начальное содержание и, соответственно, самоочищающая способность на этих участках со знаком «минус», а значения SS для таких компонентов, как кальций, магний, азот аммонийный, сульфаты, хлориды, фториды, СПАВ изменяются от 1,5 до 789 %. Самоочищение водных масс происходит в меньшей степени от хрома (1,1 %) и азота нитратного (4,6 %). Самоочищение от фосфатов, меди, цинка, нефтепродуктов, свинца, BPK_5 происходит на 15,4...78,5 %, а от соединений ртути на 100 %.

Превышение ПДК наблюдается по следующим элементам: азот нитритный 3,3; железо общее 15,1; медь 10,6; кадмий 3,9; нефтепродукты 1,4. Это связано, по-видимому, с тем, что помимо переносимого со стоком воды с верхнего створа происходит дополнительное поступление загрязняющих веществ на расчетный участок и свидетельствует о загрязнении, а не о самоочищении воды. Такая ситуация выявлена для весеннего периода в момент половодья, когда интенсивно происходит перемешивание водных масс, взмучивание донных отложений и перенос веществ вместе со стоком на нижележащие участки.

По *Шу-Таласскому бассейну* выявлены количественные и качественные характеристики загрязнения поверхностных вод. Основными загрязняющими веществами являются органические соединения, в том числе нефтепродукты. По показателю качества вод как р. Шу, так и в целом Шу-Таласская ПХС относится к 3 классу, т.е. «умеренно-загрязненная». Наблюдения за химическим составом воды р. Шу в целом по бассейну в пределах Жамбылской области показывают, что индекс загрязнения воды увеличился с 1,25 в 2002 году до 1,96 в 2004 году.

Ежегодные наблюдения за качеством вод, поступающих с территории Республики Кыргызстан, выявили высокий уровень превышения фоновых показателей, так как сточные воды (промышленные и бытовые) промышленного региона Кыргызстана отводятся в р. Шу или ее притоки. Превышение ПДК, фоновых показателей и санитарных норм отмечается во всех точках отбора проб по нитритам, сульфатам, азоту аммонийному и БПК₅ (биологический показатель кислорода).

По р. Шу наблюдается превышение концентраций загрязняющих веществ по меди в 3, фенолам в 7 раз. Воды р. Шу относятся к высокому уровню загрязненности.

По р. Талас установлены превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ по фенолам также в 7 раз. Воды рек Талас и Асы относятся к высокому уровню загрязненности.

Расчет самоочищающей способности р. Шу проводился между участками в пунктах с. Благовещенское, 0,5 км ниже села и 2 створ с. Уланбель, 0,3 км ниже села. Во многих случаях концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает начальную концентрацию и, соответственно, самоочищающая способность на этих участках становится со знаком «минус», а значения *СС* таких компонентов, как кальций, магний, азот нитритный, сульфаты, хлориды, железо общее изменяются в пределах – 42,9...767,4 %.

Самоочищение водных масс наблюдается по следующим элементам: значение *СС* по взвешенным веществам составляет 23,7 %, СПАВ – 28,3 %, нефтепродуктам – 46,4 %.

Превышение ПДК выявлено по следующим элементам: нефтепродукты – 1,1; магний – 1,5; азот нитритный – 3,4; железо (2+) – 12,0.

В Южно-Казахстанской области на учете состоят свыше 15 тысяч водопользователей. Основными загрязнителями поверхностных и подземных вод являются предприятия цветной металлургии, нефтехимической, химической, легкой и пищевой промышленности. Наблюдающееся увеличение концентрации таких металлов, как титан, хром, никель и свинец указывает на их антропогенное происхождение.

Максимальные концентрации растворимых форм тяжелых металлов в воде *р. Сырдарья* связаны со сбросом промышленных и хозяйственно-бытовых стоков городов и населенных пунктов. Такие металлы, как титан, хром, марганец, цинк распределены по длине реки крайне неравномерно, что указывает на их участие в различных процессах системы «во-

да-донные отложения-биота». Для указанных ТМ проявляется отчетливая тенденция к увеличению концентрации вниз по течению реки.

Расчет самоочищающей способности р. Сырдарьи проводился между участками в пунктах: 1 створ – г. Яны-курган, 2 створ г. Казалы. Результаты расчетов показали следующее: концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает начальную концентрацию и, соответственно, самоочищения на этих участках не происходит, т.е. со знаком «минус». Значения CC для таких компонентов, как магний, хлориды, сульфаты, азот нитратный, БПК₅ изменяются в пределах от – 6,8 до – 220 %, причем больше всего вода не может справиться с самоочищением от нефтепродуктов.

Самоочищение воды наблюдается по следующим компонентам: кальцию 0,4%, азоту нитритному 9,1 и азоту аммонийному 15,6 %. Если условно принять, на сколько самоочищение воды р. Сырдарья меньше или больше загрязнения по вышеприведенным данным, то оказывается, что в среднем показатель процесса самоочищения составляет 8,4 %, а загрязнения – 78,2%.

М.Ж. Бурлибаев с соавторами, рассматривая экологические аспекты взаимосвязи загрязнения поверхностного стока и здоровья населения в бассейне р. Сырдарьи, приводит качественную характеристику воды реки за 2004, 2005 гг. [1]. На основе этих данных нами рассчитаны показатели CC реки на территории Кызылординской области от п. Жанакорган до г. Казалы. Выявлено, что вода реки испытывала интенсивную антропогенную нагрузку, особенно в 2005 г. Больше всего водные массы загрязняются и не могут справиться с самоочищением от азота нитритного (-166,7 %) и нитратного (-154,5 %) в 2004 г., а от соединений меди (-300,0 %) и нефтепродуктов (-137,2 %) в 2005 г. Из 15 показателей качества 12 дают отрицательное значение (-2,7...-300,0 %). Следует отметить, что показатели, характеризующие загрязнение воды, имеют большее значение, чем показатели, характеризующие процессы самоочищения (1,0...41,2 %). Более того, в целом на данном участке реки процессы загрязнения преобладают над процессами самоочищения на 23,6...48,2 %.

В отдельных публикациях смело называют р. Сырдарью сточной канавой, содержащей в своем составе тяжелые металлы, радиоактивные элементы, пестициды и гербициды, углеводороды, фенолы и прочие инородные вещества, оказывающие весьма негативное воздействие на все элементы экосистемы, включая человека [1]. В связи с этим необходимо продолжать мониторинг данного региона и качественно контролировать

все ингредиенты химического состава воды. Мы поддерживаем данное высказывание и подкрепляем это расчетами по самоочищающей способности р. Сырдарьи.

Поверхностные воды Южного Казахстана относятся к категории чистых, 2 класс: Богень и Талас; к категории загрязненных, 4 класс: оз. Балхаш, Улькен Алматы, Келес; остальные реки относятся к категории умеренно загрязненных, 3 класс.

В результате токсикологических исследований показано, что основным загрязнителем из тяжелых металлов является медь, содержание остальных токсикантов не превышает или незначительно больше предельно допустимых норм.

Анализ материалов по качеству воды р. Урал, показывает, что основное загрязнение водных масс вносит промышленный сектор экономики. В р. Урал большая часть массы загрязняющих веществ поступает с поверхностным стоком малых рек Оренбургской области, а так же в пределах Актюбинской области через сбросы в р. Елек. Характерными загрязнителями р. Елек являются бор с кратностью превышения в 21,8 ПДК, хром шестивалентный 14,0 ПДК, фенолы – 4,0 ПДК, и азот нитритный – 1,4 ПДК. Качество воды в реке отнесено к 5 классу – грязная. Значительному загрязнению подвергаются и малые реки. Так, р. Чаган загрязнена азотом нитритным – 3,9 ПДК, фенолами – 2,0 ПДК, сульфатами – 1,3 ПДК, БПК₅ превышает ПДК в 1,8 раза. Вода в реке отнесена к 3 классу – умеренно загрязненная.

Р. Урал, обладая достаточной самоочищающей способностью (по 9 компонентам из 15 определяемых), так же подвержена антропогенному загрязнению. Хотя по качеству воды она отнесена ко 2 классу – чистая, в ней в 2,4...3,8 раза превышает ПДК азот нитритный и в 2,0 раза ПДК фенолов.

Расчет самоочищающей способности р. Урал проводился между участками в пунктах в черте села Калмыково, в створе водпоста и г. Атырау, 3,6 км ниже города, 0,5 км ниже сброса РКК.

Результаты расчетов показали, что здесь также концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает концентрацию в верхнем створе реки. В связи с этим самоочищающая способность на этих участках не происходит. Значения *СС* для таких компонентов, как хром (+6), азот нитратный, азот нитритный, железо общее, фосфаты, фториды изменяются в пределах от – 4,5 до – 440 %, причем больше всего по нитритам.

Самоочищение водных масс наблюдается по следующим компонентам: меньше всего по магнию (0,7 %), по хлоридам, сульфатам, кальцию, БПК₅, нефтепродуктам, меди, цинку, нефтепродуктам показатель *СС* изменяется от 7,1 для БПК₅ до 100 % для азота аммонийного.

Значительная экологическая проблема бассейна возникает в связи с интенсивным освоением месторождений прикаспийского нефтегазового региона, находящегося в охранной зоне Каспийского моря.

Самыми загрязненными из обследованных вод являются реки Восточно - Казахстанской области. По убывающей загрязненности реки располагаются в ряд: Брекса (чрезвычайно грязная, 7 класс, ИЗВ = 28); в остальные годы – грязная и очень грязная); Красноярка, Глубочанка – от грязной до чрезвычайно грязной, 5 – 7 классы; остальные реки (Иртыш, Бухтарма, Уба, водохранилища Усть-Каменогорское, Бухтарминское – умеренно загрязненная и загрязненная, 2 – 3 классы); вода оз. Маркаколь относится к категории чистых вод (ИЗВ до 1,0).

Расчет самоочищающей способности *р. Иртыш* производился между участками реки в с. Буран, в черте с. Буран (0,3 км выше речной пристани) и с. Предгорное. Соответственно, первый пункт брали за начальный, а второй – за конечный створы. Выявлено, что во многих случаях концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает начальную концентрацию и, соответственно, самоочищающая способность на этих участках со знаком «минус», а значения показателя *СС* для таких компонентов, как кальций, магний, азот аммонийный, азот нитритный, сульфаты, хлориды, медь, цинк, железо, БПК₅ изменяются в пределах от - 16 до - 273,8 %. Превышение ПДК наблюдается по следующим элементам: медь в 3,2; нефтепродукты – в 3,0 раза. Самоочищение ни по одному из исследованных 20 элементов не отмечается.

Поверхностные воды Центрального и Северного Казахстана относятся к категории чистых, 2 класс: Тобол, Тогызак, Ишим, Сергеевское и Вячеславское водохранилища, озера Чебачье, Бурабай, Щучье; к категории умеренно загрязненных, 3 класс: Убаган, Ак-булак, Сарыбулак, Жабай, Нура, оз. Копа; к категории загрязненных, 4 класс: р. Кенгир и р. Шерубайнура, Кенгирское водохранилище; к категории грязных 5 класс: Карагенир.

Расчет самоочищающей способности *р. Ишим* (канал Нура – Ишим) производился между створами п. Тельмана и п. Кирова. Результаты расчетов показали следующее: самоочищение отмечается лишь по трем из 17 компонентов: БПК₅ -0,9 %, хрому 12,6 % и цинку 13,4 %. Во многих случаях концентрации загрязняющих веществ в нижнем створе превышают

содержание в верхнем створе. При этом естественно, что самоочищающая способность на этих участках со знаком «минус». Значения показателя *СС* для таких компонентов химического состава, как кальций составляют - 25,6 %; магний -41,5 %; азот аммонийный - 39,5 %; азот нитритный - 400 %; азот нитратный -160 %; сульфаты -56,6 %; фосфаты -100 %; хлориды -61,7 %; железо(3⁺) -50,0 %; токсические и опасные вещества: хром (6⁺) -46,1 %, фториды -26,6 %; медь -46,2 %; ртуть -160 %; фенолы -76,5 %. Превышение ПДК наблюдается по следующим компонентам: магний – 1,1; ртуть – 1,3; нефтепродукты – 1,4; медь – 1,9; сульфаты – 2,4; фенолы – 3,0; железо (2⁺) – 26,0. Таким образом, происходит загрязнение воды. Это связано с дополнительным поступлением загрязняющих веществ на расчетном участке, т.к. канал Нура – Ишим проходит по территории г. Астаны и близлежащим населенным пунктам.

Существенное влияние на загрязнение воды рек оказывают города Астана, Атбасар, с. Балкашино и др. Отсутствие ливневой канализации способствует попаданию ливневых вод с территории населенных мест в открытые водоемы, а ливневые воды по своему химическому и бактериологическому составу приравниваются к фекально-хозяйственным водам. В них содержится и патогенная микрофлора, и яйца гельминтов. Так, в 1 л сточных вод г. Астаны содержится от 5 до 15 яиц различных гельминтов.

Основными источниками загрязнения *р. Нуры* являются сточные воды предприятий Караганда-Темиртауского промышленного района. Уже на фоновых постах (с. Сергиопольское, п. Токаревка) река загрязнена. С водами притока Кокпекты, русло которого протекает по сельскохозяйственным районам и северной промзоне г. Караганды, поступают органические и взвешенные вещества, ионы аммония, нитриты и нитраты, нефтепродукты, особенно в паводковый период. В Самаркандское водохранилище поступает со сточными водами Карметкомбината ОАО «Испат-Кармет», завода ТХМЗ АО «Алаш», ГРЭС-1 АО «КазРоссЭнерго» ряд загрязняющих веществ: взвешенные вещества, нефтепродукты, фенолы, ионы аммония, нитриты, органические соединения, цинк, медь, ртуть, свинец.

Оценка самоочищающей способности *р. Нуры* произведена в нижнем её течении (ниже гидрологического створа *р. Нура* – с. Романовка) в районе с. Романовка и под мостом автомобильной дороги внутри поселка Коргалжын. Результаты расчетов показали следующее: концентрации загрязняющего вещества в нижнем створе превышает начальную концентрацию и соответственно самоочищающая способность на этих участках

со знаком «минус» и значения таких элементов как азот аммонийный - 54,9 %; азот нитритный -59,4 %; железо общее -300 %; ртуть -113 %; марганец-178 %; нефтепродукты -14,3 % [3].

Особо отметим самоочищающую способность р. Нуры от соединений ртути за 2007...2008 гг. Расчеты показали, что в местах 1...5,7 км ниже сброса СВ АО «Арселор Миттал Темиртау», ХМЗ ТОО «ТЭМК» показатель *СС* достигает 40400 % со знаком «минус», составляя в среднем за год -1590; -13575 %, соответственно. По течению реки самоочищающая способность остается со знаком минус, в среднем показатель *СС* равен -160 %; - 375%, соответственно, т.е. река не справляется с самоочищением от ртути. Вызывает удивление и сомнение факт резкого изменения самоочищающей способности реки в 2008 г. Так, если в 1 квартале *СС* была оценена в -1100 %, во 2 квартале -500 %, то в 3 квартале уже +100 %, а в 4 квартале 0 %. Выходит, что указанным предприятиям удалось очистить сточные воды до норм ПДК к концу 2008 г. В Информационном бюллетене Казгидромета за 1 квартал 2009 г. уже, к сожалению, нет сведений по содержанию ртути в воде р. Нура.

Таким образом, в воде большинства рек Казахстана концентрация загрязняющих веществ в нижнем створе превышает начальную концентрацию и, соответственно, самоочищающая способность на этих участках со знаком «минус», а значения показателя *СС* для таких элементов как кальций, магний, азот нитритный, сульфаты, хлориды, железо общее, БПК₅, СПАВ, нефтепродукты изменяется в пределах от -5 до -1570 % . По течению всех рек происходит повсеместное антропогенное загрязнение вод.

Выявлено, что нет ни одной реки, которая бы самоочистилась от всех загрязняющих веществ и нет ни одного токсиканта, от которого бы очистились все реки. С некоторой условностью можно принять, что речные воды лучше очищаются от БПК₅, аммонийных и взвешенных солей в различные сезоны года с неодинаковой скоростью. Положительное значение показателя *СС* для всех рек гораздо меньше, 0...100,0 %, т.е. самоочищение имеется, но оно протекает слабее, чем загрязнение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М. и др. Об экологическом аспекте взаимосвязи загрязнения поверхностного стока и здоровья населения в бассейне р. Сырдарьи. – В кн. Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика. – Алматы, 2008. – С. 354-370.

2. Владимиров А.М., Лехин Ю.И. и др. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 159-265.
3. Джундибаев А.Е., Куншыгар Д.Ж. Оценка самоочищающей способности р. Нуры в ее нижнем течении (ниже гидропоста р. Нура с. Романовка) при различных вариантах водоподачи. // Географические проблемы устойчивого развития: Теория и практика / Материалы междунар. конф., посв. 70-летию ИГ АО ЦНЗМО РК, 27-29 августа 2008 г. – Алматы, 2008. – С. 243-250.
4. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохраных мероприятий по территории КазССР. Алматы, 1986...2002 гг.
5. Информационный экологический бюллетень. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РК. Алматы, 2000...2004 гг., 2007...2008 гг., 1 кв. 2009 г.
6. Романова С.М. Бессточные водоемы Казахстана. Том 1. Гидрохимический режим. – Алматы: Казак.университеті, 2008. – 250 с.
7. Соломин Г.А., Гончарова Т.О. Роль гидроокисей в самоочищении природных вод от ионов тяжелых металлов // Гидрохимические материалы. Том 46. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – С. 143-149.
8. Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М.Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 391 с.
9. Black W.A.P., Mitchell R.L. Tracce elements in the common brown algae and in sea water. J. Marine Biol. Assoc., v.30, pp.574-584, 1982
10. Krauskopf K.B. Factors controlling the concentrations of thirteen rare metals in sea water. Geochim. Et Cosmochim. Acta, v.9, N 1/2, 1986

Казакский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы
Институт географии, г. Алматы

ҚАЗАҚСТАН ӨЗЕН СУЛАРЫНЫҢ ӨЗДІГІНЕН ТА ЗАРУ МУМКІНДІГІ ЖӨНІНДЕ

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова
Геогр. ғылымд. канд. Айс. Тұрсынова

Қазақстанның ағынды суларының және су қоймаларының суларының өздігінен тазаруы және тазару қабілеттілігі туралы авторлар әдеби шолу жұмыстарын жасаған және бірнеше жылғы жүйелі зерттеулер нәтижелері берілген.

УДК 614.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РТУТИ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ

Канд. мед. наук
Канд. мед. наук
Канд. мед. наук
Канд. геогр. наук

Ш.С. Аливердиева¹
Р.Ф. Ахундов¹
Т.М. Набиева¹
А.И. Ислам-Заде³
С.А. Халилова²
М.З. Меликов¹

Объектом исследования выбрано Сумгаитское производство каустической соды ртутно-электролизным методом, которое является главным потребителем ртути. Исследования обусловлены необходимостью комплексного изучения санитарно-гигиенических условий труда и клинико-биохимического исследования состояния здоровья лиц, занятых в производстве каустической соды ртутно-электролизным методом. Выявлено нарушение порфиринового обмена у лиц, подвергающихся комбинированному воздействию ртути.

Начиная с 50-ых годов, за период функционирования производства каустической соды ртутным методом, всесоюзными и местными организациями было проведено множество исследовательских работ по изучению воздействия ртутного загрязнения на здоровье, как работников производства, так и населения города в целом. Ниже, приводятся некоторые результаты одного из последних исследований проведенных непосредственно среди работников производства каустической соды ртутным методом. Было обследовано 183 рабочих-мужчин, из которых 108 человек в условиях клиники. Обследованные были в возрасте от 22-х до 50 лет, со стажем работы от 1 до 20 лет.

По профессиональному составу обследованные лица распределялись следующим образом: инженерно-технические работники (ИТР) – 11 человек; аппаратчики – 58 человек; слесари-сборщики – 63 человека; сборщики ртутных ванн – 36 человек; прочие (электрики, токари, монтажники) – 15 человек.

Все обследованные были разделены по стажу, возрасту и профессиям (табл. 1, 2). Контрольную группу составили рабочие строительного-монтажного управления (67 муж.) сравнимые с основной группой по возрасту и стажу работы и не контактирующие с химическими веществами.

При выборе лиц контрольной группы был учтен отягощенный анамнез и перенесенные болезни, которые могли повлиять на изучаемые биохимические параметры. По профессиональному составу это были каменщики (18 чел.), монтажники (14 чел.), штукатуры (20 чел.) и прочие (15 чел.).

Таблица 1

Распределение обследованных по стажу и возрасту, лет

Возраст	Стаж работы				Всего
	1...4	5...9	10...14	15...19	
22...27	33	4	-	-	37
28...33	11	40	-	-	51
34...39	1	5	48	3	57
≥ 40	-	2	16	20	38
Всего	45	51	64	23	183

Таблица 2

Распределение обследованных по профессиям и стажу работы

Профессия	Стаж работы, лет				Всего
	1...4	5...9	10...14	≥15	
Аппаратчик	29	11	10	8	58
Слесарь сборщик	10	23	27	3	63
Сборщик ртутных ванн	2	10	19	5	36
ИТР и прочие	4	7	8	7	26
Всего	45	51	64	23	183

Кроме того, изучены аналогичные биохимические параметры у лиц (21 человек), ранее работавших в данном цехе и имеющих хроническую ртутную интоксикацию легкой степени.

Цель работы. Исследовать биохимические изменения в организме работников, подвергающихся длительному комбинированному воздействию ртути. При изучении, кроме санитарных и клинических были использованы биохимические методы исследования [1, 2, 3, 4]. Также, были проведены общие клинические анализы крови, мочи и кала.

Состояние источника ртутного загрязнения. За период эксплуатации, начиная с 1959 г., производство дважды подвергалось реконструкции (1963...1967 гг.) с целью увеличения мощности, путем замены электролизеров на более мощные. В 1981 г. электролиз на старом производстве был прекращен, и в строй вступило новое производство. До конца 1982 г. старое производство работало с крайне неудовлетворительными

показателями, как по соблюдению норм технологического режима, так и по расходу сырья и материалов, в том числе и ртути.

Концентрация ртути в атмосфере цеха на старом производстве была чрезвычайно высока, вследствие выделения насыщенного ртутью водорода через неплотности, и в результате испарения ртути, проливавшейся на пол. Ртуть при этом выбрасывалась в окружающую среду через вентиляционные системы. Так как, отравление металлической ртутью происходит главным образом вследствие вдыхания ее паров, в табл. 3, даны сравнительные характеристики удельных выбросов ртути в атмосферный воздух на единицу основной продукции (NaOH) на предприятиях бывшего ВО «Союзхлор».

Таблица 3

Сравнительная характеристика удельных выбросов ртути в атмосферный воздух на единицу основной продукции на предприятиях ВО «Союзхлор»

Удельные выбросы вредных веществ (кг) на единицу основной продукции							
организованные, без очистки		организованные, после очистки		неорганизованные выбросы		общие	
факт.	регл.	факт.	регл.	факт.	регл.	факт.	регл.
Сумгаитский «Химпром»							
<u>7,46</u>	<u>13,62</u>	<u>45,9</u>	<u>0,38</u>	<u>45,91</u>	<u>86,0</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
$5,2 \cdot 10^{-4}$	$11,3 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$3,25 \cdot 10^{-3}$	$7,14 \cdot 10^{-4}$	$6,97 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$
Волгоградский «Каустик»							
<u>1,56</u>	<u>13,04</u>	<u>0,32</u>	<u>0,346</u>	<u>98,12</u>	<u>86,4</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
$3,26 \cdot 10^{-4}$	$32,6 \cdot 10^{-5}$	$6,83 \cdot 10^{-5}$	$8,64 \cdot 10^{-6}$	$2,05 \cdot 10^{-2}$	$2,16 \cdot 10^{-3}$	$2,08 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$
Дзержинский «Капролактан»							
<u>62,40</u>	<u>31,10</u>	<u>0,50</u>	<u>1,50</u>	<u>37,0</u>	<u>67,4</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
$3,7 \cdot 10^{-3}$	$3,31 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$5,93 \cdot 10^{-3}$	$1,07 \cdot 10^{-3}$
Стерлитамакский «Каустик»							
<u>0,47</u>	<u>0,47</u>	<u>0,078</u>	<u>0,181</u>	<u>99,48</u>	<u>99,34</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
$9,94 \cdot 10^{-5}$	$9,94 \cdot 10^{-5}$	$2,93 \cdot 10^{-5}$	$7,51 \cdot 10^{-6}$	$2,43 \cdot 10^{-2}$	$4,36 \cdot 10^{-3}$	$2,43 \cdot 10^{-2}$	$4,46 \cdot 10^{-3}$
Усольский «Химпром»							
<u>0,82</u>	<u>7,73</u>	<u>1,78</u>	<u>0,42</u>	<u>97,4</u>	<u>91,88</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
$2,02 \cdot 10^{-4}$	$20,2 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$0,10 \cdot 10^{-5}$	$2,41 \cdot 10^{-2}$	$2,40 \cdot 10^{-3}$	$2,47 \cdot 10^{-2}$	$2,60 \cdot 10^{-3}$

Примечание: числитель – %, знаменатель – абсолютное значение.

По величине выбросов ртути на единицу основной продукции (NaOH) Сумгаитский «Химпром» (6,97 г/т) уступает только Дзержинскому «Капролактану» (5,93 г/т), который имеет самое жесткое регламентное требование к выбросу ртути (0,83 г/т). Хотя на Стерлитамакском заводе «Каустик» эта цифра равняется 4,46 г/т. Если рассмотреть во сколько раз фактические выбросы превышают регламентные, то на Сумгаитском «Химпроме» данное значение превышает норму в 8,4 раза, на Усольском заводе «Химпром» в 9,46 раза. На Сумгаитском «Химпроме» 45,9 %

ртутьсодержащих газов выбрасывается в атмосферу после очистки, хотя на других производствах это значение не превышает и 2 %. Производство имеет также большое количество неорганизованных выбросов (45,9 %), лучший показатель только на Дзержинском заводе «Капролактан» (37,0 %). После ввода нового электролиза в 1982 г. содержание ртути в атмосфере цеха резко уменьшилось.

Санитарно-гигиенические условия труда. При изучении ртутного воздействия, очень тщательно проводились анализы на загрязнение воздуха в производственных помещениях (табл. 4).

Таблица 4

Концентрация ртути в воздушной среде производственных помещений

Число замеров	Метеорологические параметры			Вещество	Найдено, мг/м ³		ПДК, мг/м ³		
	t, °C	f, %			V, м/с	max	min	max	min
зал электролиза, между коллектор. 2-ой этаж									
8	19,5	17±0,38	86	73±2	0,5	Hg	0,06	0,03	0,01
8	18,3	17±0,38	78	73±2	0,5	HgCl ₂	2,50	1,90	1,0
отделение регенерации извлечения ртути из ртутьсодержащих шламов									
8	20	16,5	87	74	0,5	Hg	0,06	0,034	0,01

Примечание: t – температура воздуха, f – относительная влажность воздуха, V – скорость ветра, ПДК – максимально разовая.

Проведенные исследования показали, что метеофакторы производственных помещений влияют на технологический процесс, который протекает при температуре 80...120 °C.

Температура окружающего воздуха в электролизных залах в летний период достигает 35...37 °C, что при высокой относительной влажности (86 %) и небольшой скорости движения воздуха (не превышающей 0,5 м/сек) создает неблагоприятные условия для работы в электролизных залах. Летом наиболее высокая температура воздуха обнаруживалась между электролизерами (28...37 °C). Температура воздуха в помещении превышала наружную на 2...6 °C. Ввиду того, что ртуть тяжелее воздуха, она больше накапливается в нижних слоях производственных помещений, поэтому измерения содержания ртути в воздухе электролизного зала были проведены на уровне 0,6 м; 1,5 м и 2,4 м от пола.

Медицинский осмотр и анализ заболеваемости. Анализ данных проведенного медицинского осмотра определил структуру заболеваемости в основной и контрольной группах (табл. 5).

Таблица 5

Структура заболеваемости в основной (о) и контрольной (к) группах исследования

Вид временной утраты трудоспособности	Число случаев на 100 работающих		Нетрудоспособные дни на 100 работающих		Средняя длительность случая	
	о	к	о	к	о	к
Болезни нервов	19,8	8,5	223,7	58,6	11,3	6,9
Гипертония	2,1	2,0	22,1	14,5	10,5	7,3
Ишемическая болезнь сердца	7,4	1,5	108,2	13,7	14,6	9,1
Острые респираторные инфекции	43,6	24,3	218,9	123,1	5,0	5,1
Грипп	13,8	9,9	59,9	38,0	4,3	3,8
Пневмония	1,4	0,3	18,1	2,1	12,9	7,0
Бронхиты	5,5	1,7	62,2	14,4	11,3	8,5
Гастриты	6,9	8,8	46,9	44,2	7,9	5,0
Болезни печени и желчного пузыря	4,4	5,8	74,4	63,8	16,9	11,0
Болезни почек	4,3	5,6	28,8	36,3	6,7	6,5
Инфекции кожи	5,8	5,8	37,4	28,7	6,4	4,9
Травмы	0,6	2,0	6,1	37,0	10,1	18,5
Прочие болезни	13,2	14,9	199,9	227,8	15,1	15,2
Итого	127,8	91,1	1106,6	702,2	8,7	7,7

У большей части обследованных выявлены различного характера нарушения в сфере вегетативной нервной регуляции. Они характеризовались вегетативно-сосудистой лабильностью, отклонениями в проявлении церебрально-сердечных рефлексив, повышенной пилomotorной реакцией, нарушением терморегуляции, повышенным общим и локальным гипергидрозом, измененным дермографизмом.

При терапевтическом обследовании жалобы на боли в области сердца и сердцебиение высказали 34 обследованных (18,5 %), часто наблюдалось приглушение тонов сердца (42 человек – 23 %). Систолическое и диастолическое артериальное давление у большинства обследованных находилось в пределах нормы (170 человек – 98,9 %).

В контрольной группе приглушение тонов сердца наблюдалось в 11 случаях (14,1 %), что достоверно реже, чем в основной группе. Результаты исследования относительно зависимости внешнего дыхания от стажа работы дано в табл. 6.

Таблица 6

Показатели функции внешнего дыхания в зависимости от стажа работы

Показатель	Основная группа		Контрольная группа	
	Стаж работы, год			
	до 10	свыше 10	до 10	свыше 10
Частота дыхания	17,8 ± 1,1	18,6 ± 1,4	16,2 ± 1,2	17,5 ± 1,2
Жизненная емкость легких	3,6 ± 0,2	3,3 ± 0,1	3,4 ± 0,2	3,5 ± 0,1
Объем форсирования вдоха	2,2 ± 0,4	2,1 ± 0,4	2,5 ± 0,5	2,5 ± 0,6
Объем форсирования выдоха	2,3 ± 0,5	2,0 ± 0,4	2,7 ± 0,6	2,6 ± 0,5

Интересно отметить, что четкой зависимости величины показателей внешнего дыхания от стажа работы в основной группе обнаружить не удалось. При аускультации сухие хрипы в легких прослушивались у 6,5 % (7 человек), влажные у 1,8 % (2 человека). При перкуссии легочный звук с коробочным оттенком выявлен у 3,7 % (4 человек), в контрольной группе частота этих симптомов составляла 2,5 %, 1,5 % и 3 % соответственно.

Диффузный хронический бронхит был диагностирован у 6 человек (3,3 %) против 3 % в контрольной группе. Как видно, изменение со стороны органов дыхания, несмотря на отсутствие в литературе сведений о том, что хлор вызывает раздражение верхних дыхательных путей и бронхов, встречались хоть незначительно, но чаще чем в контрольной группе. Наиболее частой оказалась патология со стороны печени и желчевыводящих путей у лиц основной группы. Признаки хронического гепатита и гепатохолецистита были обнаружены у 12 человек (11,1 %). К числу этих проявлений относятся диспепсические явления, боли в правом подреберье, увеличение и болезненность в области желчного пузыря и наличие воспалительных элементов в пузырной и печеночной порции желчи. Заболевания печени и желчевыводящих путей у лиц контрольной группы были обнаружены в 7,5 % случаев. Более чем у $\frac{1}{4}$ обследованных (28 человек) отмечен обложенный белым налетом язык, у 19 человек – чувствительность или выраженная болезненность при пальпации в эпигастральной области.

Желудочная секреция изучалась фракционным способом по методу Зимницкого. Результаты исследования показали нарушения секреторной и кислотообразующей функции желудка. При этом у лиц с малым стажем работы отмечается волнообразность секреции, характеризующиеся большими колебаниями количества и качества секрета, получаемого при повторных исследованиях, тогда как у тех, чей стаж больше преобладает гипосекреторное состояние.

Для оценки функционального состояния почек изучался клиренс креатинина. Результаты исследования показали (табл. 7), что клиренс креатинина у рабочих основной группы, имеющих большой стаж достоверно ($P < 0,05$) снижен в сравнении с контрольной группой, хотя обследованные нами лица особых жалоб дизурического характера не предъявляли.

Таблица 7

Клиренс креатинина в зависимости от стажа

Стаж (лет)	Основная группа	Контрольная группа	P
1...10	$92,8 \pm 4,9$	$81,2 \pm 6,6$	$> 0,05$
≥ 11	$80,8 \pm 2,8$	$93,5 \pm 4,2$	$< 0,05$

При этом содержание креатинина в крови и его выделение с мочой в обследуемых группах не отмечалось (в крови основной группы – $0,066 \pm 0,01$; контрольной – $0,059 \pm 0,01$, в моче $10,2 \pm 1,1$ и $9,2 \pm 1,0$ соответственно).

Таким образом, патология внутренних органов чаще встречается в основной группе, что свидетельствует о неблагоприятном воздействии ртути на состояние здоровья рабочих. Связь заболеваний внутренних органов с воздействием ртути подтверждается нарастанием частоты заболеваемости по мере увеличения производственного стажа.

Клинико-биохимические исследования. С целью выяснения зависимости «доза – эффект» был проведен анализ на содержание ртути в биосредах. Анализ мочи на содержание в ней ртути показал (табл. 8) значительное колебание экскреции (от 50 по 1000 нмол/л) у лиц основной группы.

Таблица 8

Экскреция ртути с мочой у лиц основной группы, в зависимости от стажа

Стаж работы	Количество работающих	Колебания выделения ртути с мочой
1...4	20	$280,6 \pm 51,1$
5...9	23	$425,2 \pm 40,8$
10...14	18	$550,0 \pm 51,6$
15...19	16	$495,3 \pm 40,3$
≥ 20	11	$409,0 \pm 64,4$

У контрольной группы выделение ртути с мочой не превышало 50 нмол/л (норма выделения ртути с мочой составляет до 50...100 нмол/л). Экскреция ртути с мочой у лиц основной группы увеличивается по мере возрастания стажа до 15 лет. После 15 лет экскреция приобретает более стабильный характер. В волосах ртуть определена для 5 определенных групп, где основную часть их рациона составляла рыба и рыбопродукты (более 50 %), так:

1-ая группа. В данную группу входят рабочие, непосредственно работающие на производстве каустической соды ртутным методом. Группа состоит из 30-ти рабочих. Все мужчины имеющие стаж работы более 10 лет.

2-ая группа. В данную группу входят жены рабочих, которые работают в производстве каустической соды ртутным методом. Они все домохозяйки. Учитывая то, что ртуть имеет эмбриотоксичный характер воздействия в данных семьях встречаются дети с физическими и умственными недостатками. Но, учитывая, что исследование еще продолжается прокомментировать основные причины этого пока не представляется возможным.

3-я группа. В данную группу входит население, которое проживает на расстоянии 2000 м от очага воздействия. Из них 53 % составляют мужчины, 47 % – женщины.

4-ая группа. В данную группу входит население (30 человек), которые проживают на расстоянии 2000...5000 м от очага воздействия. Из них 53 % составляют мужчины, 47 % – женщины.

5-ая группа. Эта контрольная группа в количестве 25 человек, состоящая из 17 % мужчин и 83 % женщин, проживающих на расстоянии более 5000 м от очага воздействия.

Анализы волос в вышеуказанных группах проводилась спектрофотометрическим методом и получены нижеследующие результаты:

- 1 гр. – 5,2 мг/л;
- 2 гр. – 1,6...2,0 мг/л;
- 3 гр. – 1,5 мг/л;
- 4 гр. – 0,01 мг/л;
- 5 гр. ≤ 0,01 мг/л.

Следует подчеркнуть, что многолетние наблюдения показали, что основные периоды вспышки заболеваемости работников производства каустической соды ртутным методом, приходится на 70...80 годы, так как именно в эти годы наблюдалось большое количество выбросов ртути в окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бах А.Н., Зубкова С.Р. // Сб. избранных трудов. – Л.: АН СССР, 1937. – 411 с.
2. Руских В.А., Каштанова И.М. Гигиеническое обоснование рациональных разрывов между зданиями ртутных и соседних цехов. // Гигиена труда и профессиональных заболеваний. – 1982. – №7. – С. 14-17.

3. Rijks H.G. A. Modification of the «Berko-Darko» method for the determination of ALA in urine. – «Chinica. Leta». – 1974. – 53. – P. 23-29.
4. Sonlsby L. Smith R.A simplified Method for the quantitative determination of urinary coproporphyrin in bad workers. // Brit. J. of. Ind. Med. 1974, 31. 72 p.

¹ НИИ Гигиены Труда и Профзаболеваний Азербайджана,

² Клиника, НИИ Гигиены Труда и Профзаболеваний Азербайджана,

³ Сумгаитский Центр Экологической Реабилитации.

АДАМДАРДЫҢ ДЕНСАУЛЫҒЫНА СЫНАПТЫҢ ӘСЕРІНІҢ ЗЕРТТЕУІ

Мед. ғылымд. канд. Ш.С. Аливердиева¹

Мед. ғылымд. канд. Р.Ф. Ахундов¹

Мед. ғылымд. канд. Т.М. Набиева¹

Геогр. ғылымд. канд. А.И. Ислам-Заде³

С.А. Халилова²

М.З. Меликов¹

Зерттеудің нысаны ретінде сынапты негізгі тұтынушы болып табылатын әдестің каустикалық соданы сынаптық-электролиздік әдістің Сумгайыт өндірісі таңдалып алынды. Зерттеулерге өндірістік каустикалық соданы сынаптық-электролиздік әдіспен зерделеумен айналасатын адамдардың еңбек жағдайларын кешенді зерделеудің және олардың денсаулығының жай-күйін клиникалық-биохимиялық зерттелудің қажет екендігі себепкер болды. Сынаптың комбинацияланған әсеріне ұшыраған адамдарда порфириттік алмасудың бұзылғаны ашылды.

УДК 631.587:628.1.034

ОЦЕНКА И ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗВРАТНЫХ ВОД НА ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ СЫРДАРЬИ

Канд. техн. наук С.Д. Магай

По результатам полевых исследований приведены мелиоративные и экономические показатели эффективности использования возвратных вод на ирригационных системах. Дана оценка качества поливной воды. Показаны схемы использования дренажных и оросительных вод.

Мелиоративное благополучие и приемлемая экологическая обстановка на ирригационных системах достигается в тех случаях, когда орошение не влияет коренным образом на протекание почвенно-мелиоративных процессов, сложившихся в естественных условиях. Расход влаги на возделывание сельскохозяйственных культур компенсируется поливами, а мелиоративное состояние почв зоны аэрации должно поддерживаться инфильтрационными водами, всецело зависящими от степени дренированности территории и эксплуатации дренажа. Размеры последних следует устанавливать дифференцированно для конкретных геохимических зон с учетом режима орошения возделываемых культур, степени засоления почвогрунтов, грунтовых и поливных вод. Следовательно, технология орошения должна быть интегрирована в этом направлении. Небольшие различия в соотношениях ионов в поливной воде и почвенных растворах определяют перспективность данного направления [1].

Проблема эффективного использования маргинальных вод в ирригационных целях весьма многогранна и требует дифференцированного подхода с учетом эколого-мелиоративных особенностей регионов развития орошения. Результаты исследований в этом направлении могут дать положительные результаты только при комплексном рассмотрении составляющих мелиоративных процессов на орошаемых землях.

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации гидромелиоративных систем в Центральной Азии показывает, что на орошаемых землях формируются значительные объемы минерализованных возвратных вод,

которые, в большинстве случаев, попадают обратно в водоисточники, изменяя их качественный состав. Как правило, в невыгодном положении оказываются массивы орошения, расположенные ниже по течению реки. В то же время в зонах орошения уже в течение нескольких десятилетий ощущается дефицит кондиционных водных ресурсов. В отмеченных условиях разработка научно-обоснованного использования и утилизации маргинальных вод на орошение сельскохозяйственных культур в местах их формирования не только актуальна, а просто необходима.

По климатическим особенностям ирригационные системы в среднем течение р. Сырдарьи, обладают обилием солнечного света, имеют благоприятные условия для выращивания теплолюбивых сельскохозяйственных культур с длительным периодом вегетации. По данным М Жетысай в июле среднесуточная температура воздуха составляет +28,2 °С, в октябре – 13,3 °С.

Относительная влажность воздуха в апреле составляет 63 %, в июне и июле варьирует в диапазоне 44...45 %. Осадки выпадают в основном в апреле и первых двух декадах мая: 37,1 мм и 24,5 мм соответственно.

В годы исследований в июле (фаза массового цветения хлопчатника) абсолютная максимальная температура воздуха достигала 42,1 °С, а среднесуточная – 27,8 °С (средняя за три года). Относительная влажность воздуха в этот период, как правило, была минимальной.

Среднесуточная температура воздуха вегетационного периода варьировала в диапазоне 14,9...27,8 °С, относительная влажность – 39...67 % . Осадки выпадали в основном в весенний период: 40,3 мм в апреле; 22,8 мм в мае. В остальные месяцы они практически отсутствовали.

Сумма температур за вегетационный период превышала 3700 °С, эффективных – 2200 °С, благоприятные сроки посева сельскохозяйственных культур наступали во второй половине апреля, когда почва прогревалась и среднесуточная температура стабильно была выше 10 °С. Существенных отклонений между фактическими, в период исследований, и среднегодовыми климатическими показателями не наблюдалось.

Научно-обоснованная технология осуществления любого процесса на орошаемых землях предопределяет рациональное использование оросительной воды, ресурсосбережение и эффективность управления мелиоративными процессами. Об этом свидетельствует мировая практика развития орошаемого земледелия, которая, в частности, показывает, что совершенствование технологии полива повышает продуктивность почв, улучшает и стабилизирует эколого-мелиоративное состояние земель на ирри-

гационных системах. Однако, применяемые технологии, разработанные для полива кондиционными водами, не будут эффективны при использовании минерализованных вод на этих же землях. Поэтому использование минерализованных вод на орошение сельскохозяйственных культур в каждом конкретном случае требует разработки своей технологии или адаптации другой, применяемой в аналогичных условиях.

При постановке опытов применялась вода с минерализацией $2,4 \dots 2,5 \text{ г/дм}^3$ и $3,0 \dots 3,2 \text{ г/дм}^3$. Такое содержание солей достигалось путем смешивания дренажной (минерализация изменялась от $6,9 \text{ г/дм}^3$ до $8,1 \text{ г/дм}^3$) из скважин вертикального дренажа (СВД) и оросительной ($1,0 \dots 1,2 \text{ г/дм}^3$) воды в пропорциях 1:4 и 1:2. В крестьянских хозяйствах, занимающихся возделыванием сельскохозяйственных культур на орошаемых землях, пропорционально подавать воду на поливные участки можно по схемам, которые были использованы в наших исследованиях (рис.).

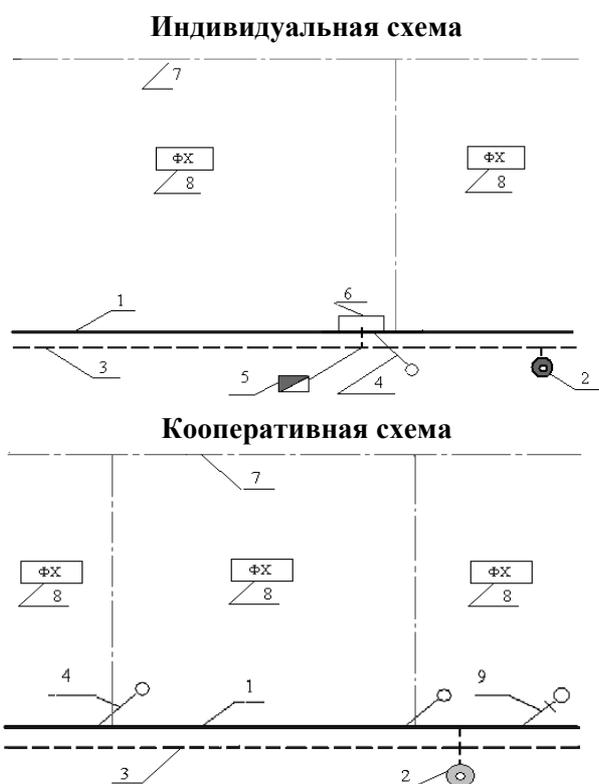


Рис. Схемы использования дренажных вод на орошение. 1 – оросительный канал, 2 – скважина вертикального дренажа, 3 – лоток, 4 – водовыпуск, 5 – насос, 6 – аванкамера, 7 – граница фермерского хозяйства, 8 – орошаемая площадь, 9 – шлюз – регулятор.

Представленные схемы применения смешанных (оросительных и дренажных) вод на орошение предусматривают их использование как одним фермером (индивидуальная схема), так и группой фермеров (кооперативная схема). Они отражают современную действительность, когда площади орошаемых земель у фермеров составляют в среднем 5...8 га и работы на них ведутся обособленно.

Обобщение и анализ материалов отечественных и зарубежных исследований показывает, что на утилизацию вод повышенной минерализации, путем использования их на орошение, кроме качественного состава и общего содержания солей, влияет, ряд следующих факторов [2-4]:

- механический состав, водно-физические и физико-химические свойства орошаемых почв;
- дренированность территории, уровень залегания и минерализация грунтовых вод;
- степень солеустойчивости возделываемых сельскохозяйственных культур.

Именно многообразие факторов и их производных отражает сложность данной проблемы. Этим и обусловлено, что не существует единой количественной и качественной оценки пригодности поливной воды. Следовательно, при использовании минерализованных вод на орошение сельскохозяйственных культур обосновывать мелиоративные режимы необходимо с учетом вышеуказанных факторов, а адекватная оценка качества воды с учетом этих особенностей должна стать обязательным элементом мелиоративных исследований.

В условиях Казахской части орошения массива Голодной степи, оценку качества поливной воды при использовании минерализованных вод на орошение сельскохозяйственных культур рекомендуется проводить по следующим показателям:

1. Натриевому адсорбционному отношению (*SAR*), который характеризует катионный состав поливной воды. Рассчитывают по формуле:

$$SAR = \frac{Na^+}{((Ca^{++} + Mg^{++})/2)^{0.5}} \cdot [1 + (8,4 - pH_c)],$$

где Na^+ , Ca^{++} и Mg^{++} – содержание ионов, мг-экв.

При $SAR < 6$ – опасность осолонцевания почв отсутствует, $SAR = 6...9$ – возможно осолонцевание почв, $SAR > 9$ – опасность осолонцевания почв высокая.

2. Ионному отношению хлора к сульфатам, устанавливающему химизм засоления поливной воды по анионному составу. Определяют как частное от Cl^-/SO_4^{--} .

$Cl^-/SO_4^{--} < 0,5$ – вода пригодна для орошения без ограничений,

$Cl^-/SO_4^{--} = 0,5 \dots 0,7$ – возможно накопление солей в почве,

$Cl^-/SO_4^{--} > 0,7$ – существенное накопление солей в почве.

3. Общей минерализации или сумме солей. Пригодность минерализованной поливной воды для орошения оценивается по общей минерализации:

$< 1,5 \text{ г/дм}^3$ – вода пригодна для орошения без ограничений в любые фазы развития растений;

$1,5 \dots 3,5 \text{ г/дм}^3$ – вода пригодна для орошения, начиная со второго полива, если её химический состав соответствует пункту 1;

$> 3,5 \text{ г/дм}^3$ – вода может использоваться для орошения, начиная со второго полива, только в острозасушливые годы, если её химический состав соответствует пунктам 1 и 2.

Создание благоприятных условий для выращивания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях обеспечивается регулированием водного и тесно связанного с ним солевого режима почв, которое заключается в поддержании необходимых влагозапасов и создании нисходящих токов влаги для обеспечения солевой вентиляции в активном слое. Последнее осуществляется путем проведения вегетационных поливов при снижении порога предполивной влажности почв и невегетационных при рассолении почвогрунтов.

Основные технологические операции, позволяющие осуществлять регулирование мелиоративных процессов при возделывании сельскохозяйственных культур с использованием на орошение минерализованных вод, сводятся к следующему:

- на засоленных землях, где содержание солей выше порога токсичности и не позволяет получать полноценные всходы, проводится промывка почвогрунтов. Как правило, она проводится в зимний и зимне-весенний период. В острозасушливые годы её лучше проводить ранней весной, придавая ей и роль влагозарядкового полива;

- в вегетационный период поливы проводятся при пороге предполивной влажности почв выше рекомендуемых для данного региона при орошении кондиционной водой нормами, обеспечивающими солевую вентиляцию.

Такое чередование вневегетационных промывок и вегетационных поливов с использованием минерализованных вод позволит фермерам выращивать сельскохозяйственные культуры и получать приемлемые урожаи, как в засушливые, так и в острозасушливые годы.

Средние за 3 года исследований (2006...2008 гг.) мелиоративные и экономические показатели эффективности использования минерализованных вод приведены на примере орошения хлопчатника в сельском потребительском кооперативе водопользователей «Достык» в Махтааральском районе Южно-Казахстанской области (табл.).

Таблица

Показатели эффективности

Показатель	Минерализация воды, г/дм ³		
	1,1...1,2	2,4...2,5	3,0...3,2
Засоление корнеобитаемого слоя, %	0,775...0,892		
до промывки почв	0,775...0,892		
перед посевом	0,536	0,572	0,590
после уборки	0,662	0,765	0,830
Урожайность, т/га	2,33	2,21	2,06
Затраты на 1 га, тыс. тенге	64,67	64,26	63,01
Себестоимость 1 т, тыс. тенге	27,78	29,08	30,59
Стоимость продукции, тыс. тенге	128,09	121,88	113,32
Прибыль с 1 га, тыс. тенге	63,42	57,61	50,31

Анализ таблицы показывает, что проведение поливов минерализованной водой позволяет получать приемлемые урожаи хлопчатника и не допускать реставрацию засоления корнеобитаемого слоя выше исходного уровня (содержание солей до промывки почв).

По данным Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции площади орошаемых земель Махтааральского района в среднем течении р. Сырдарьи составляют около 140 тыс. га, на которых формируются значительные объемы возвратных вод, из них около 250 млн. м³ отводится по коллекторно-дренажной сети в водные объекты. Средняя минерализация этих вод в годовом разрезе колеблется в районе 3,3 г/дм³. Такая минерализация, как отмечалось выше, позволяет утилизировать возвратные воды на орошение в местах формирования, не ухудшая водные источники и улучшая экологическую обстановку, как водных объектов, так и орошаемых зон. При этом, в условиях дефицита пресных вод, который постоянно ощущается в южных регионах республики, особенно в нижнем и среднем течении р. Сырдарьи, она, повышая водообеспечен-

ность, позволяет получать фермерам приемлемые урожаи сельскохозяйственных культур и, соответственно, средства (прибыль) для проживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технологии водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз: ИЦ «Аква», 2005. – 162 с.
2. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. – М.: Колос, 1976. – 272 с.
3. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв. – М.: Колос, 1984. – 302 с.
4. Койбаков Б.М. Орошение в Северном и Центральном Казахстане. – Алматы: Интеллсервис, 2000. – 248 с.

НИИ водного хозяйства, г. Тараз

СЫРДАРΙΑ ӨЗЕНІНІҢ ОРТА АҒЫСЫНДАҒЫ ИРРИГАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ ҚАЙТАРМАЛЫ СУЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ОЛАРДЫҢ БАҒАСЫ

Техн. ғылымд. канд. С.Д. Магай

Зерттеу нәтижелері бойынша ирригациялық жүйелердегі қайтармалы суды қолданудың мелиоративтік және экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері келтірілген. Судың сапасына баға берілді. Кәріздік және сугармалы суды қолдану сұлбалары көрсетілген.

ӘӨК 821.512.122. 09.01

САРЫАРҚА ТОПОНИМИЯСЫНЫҢ ЖЕР БЕТІНДЕГІ КӨРІНІСІ

Геогр. ғылымд. канд. Қ.Т.Сапаров

Мақалада Сарыарқадағы жер бедерін айқындайтын топонимдері талданған. Географиялық атауларға авторлық көзқарас тұрғысынан түсінік берілген.

Шығыс Қазақстан облысының жер бедерінің өзіндік ерекшеліктері бар. Ол біртұтас төрт геоморфологиялық ауданға (Қазақтың ұсақ шоқыларының (Сарыарқа) шығыс бөлігі, Батыс Алтай, Оңтүстік Алтай (Қалба жотасы), Сауыр-Тарбағатай) бөлінеді. Ішкі күштердің әсерінен аумақтың кейбір бөліктері көтеріліп, кейбір жерлері төмен түскен. Сондықтан көтерілген аудандарда әсіресе (Шығыс, Оңтүстік – шығыс бөлігі) биік таулары пайда болған. Бұл құбылыстың үздіксіз жүруіне байланысты, пайда болған таулар бұзылып, тегістелген, ал жекелеген бөліктерде қайтадан тау түзілу үрдісінен қазіргі таулар жүйесі пайда болды [1].Қазақтың ұсақ шоқылары (Сарыарқа) аумақтардың оңтүстік – батыс, батыс бөлігін алып жатыр.

Сарыарқа жері сөз болса, көз алдымызға мидай жазық дала, төбелі шоқылары, аласа тауларымен ерекшеленген шежірелі Ұлытау, Қарқаралы, табиғаты өлеңдерде жырланған Көкшетау, Баянаула елестейді. Павлодар облысының оңтүстік-батыс бөлігі аласа таулы, ұсақ шоқылы төбелермен ажыратылатын Баянаула, Қызылтау таулары Қазақстанның ең ірі орографиялық нысаны Сарыарқаға сұғына еніп жатыр [2].

Арқаның шығыстағы шекарасы Балқаш көлінің солтүстік шығыс шетінен Шаған, Аягөз өзендерінің және **Ханшыңғыс, Шыңғыстау** жоталарына дейін, батыстан шығысқа қарай 1200 км-ге созылып жатыр. Ені батысында 900 км, шығысында 400 км. Ауданы 1 млн. шаршы шақырымға жуық. Қарағанды, Ақмола облыстарымен бірге Павлодар, Шығыс Қазақстан облыстарының аздаған бөлігін қамтиды. Ұлан-байтақ қыратты жазық дала мағынасына саяды [3].

Сарыарқаның көне, яғни ортағасырлық формасы **Арқа** екенін тарихи деректер дәлелдеп отыр. Сарыарқа даласы ежелден мал шаруашылығымен айналысуға қолайлы, құтты жер болған. «Сарыарқа, жұттың емес, құттың жері» деп бекер айтылмаған. С. Мұқановтың «Халық

мұрасы» кітабында: «Қазақ даласының батысында Мұғалжар тауынан басталып, Сары Арқаны қуалай отырып, аяғы Батыс Сібірге тірелетін кең өлкеде жылқы малы көп өсірілген» деген деректерді кездестіруге болады. «Арқа» сөзі орографиялық термин ретінде, одан кейін топоним ретінде өте ертеде пайда болған. Парсы тілінде жазылған (XV ғасыр) «Түркілер шежіресі» (шадж-арат ал-атрак) деген еңбекте «Арқа Дешті Қыпшақ елінде» деген сөздер кездеседі [4]. Қазақтың көне Арқасы шығыста Тарбағатай Алтай сілемдерінен бастап, батыстағы Оңтүстік Орал, Ор өзені, Мұғалжар жотасына дейінгі, Құрбанғали Халид «Таурих-и-Хамса и Шархи» (шығыстың бес қаласының тарихы. Қазан, 1910 ж.) сөзімен айтсақ ұзындығы 2500 км-ден астам ұланғайыр аймақты құрап, Оңтүстік Арқа, Солтүстік Арқа,сонымен қатар олар өзара тау елі және ой елі деп те аталады [5]. Кейбір деректерде тіпті көне Арқа жайық пен Еділ атыраптарына жеткен дейді,бірақ бұл кейінірек қолданылған жалпылама ұғымға саяды. Құрбанғали Халидтің еңбегінде Ор Арқаның ең батыстағы өзені деп көрсетіледі [6]. Сонымен қатар Үлкен Арқаның өзі «Оң Арқа» «Сол Арқа» деген пікірлер де тарихи деректерде көрініс тапқан. Кейде «Арқа» атауының тарихи мәні – «артымыздағы ел», арт жақта орналасқан жұрт мағынасында айтылады. «Арқа» тұлғасы түркі-монғол, тунгус-маньчжур тобындағы тілдерде солтүстік, батыс ұғымын қалыптастырады [7].

Қазақтың «**Арқа (Сарыарқа)**» ұғымы геологиялық немесе географиялық тәртіпке негізделмеген, ежелден қоныс тепкен көшпелілердің бағдарлау нәтижесінде қалыптасқан тарихи ұғым ретінде қарастыруды жөн көрдік. Геолог Г.Ц. Медоев «Арқа» атауы «тау», «жота» деген түсініктен шыққан деп пайымдап, бұған Қазақтың қатпарлы өлкесімен шектелген аласа таулы аймақты (Орталық Қазақстан бөлігі) жатқызады және оған Бетпақдала Солтүстіктегі орманды далалы өлкелер (Батыс Сібір ойпаты) мен Торғай өңірі (Торғай қыраты) кірмейді деп қорытындыға келеді [8]. Бұл өте қате пікір еді. А.Н. Кононов қырғыздармен қарақалпақтарда «Арқа» тұлғасы солтүстік мағынасында айтылады деп жазса [7], Ғ. Қоңқашпаев «жота түріндегі белгілі бір бағытта созылып жатқан ірі қырат, Орталық Қазақстанда суайрық ретінде» айтылады деп түсінік берген [9].

Н. Баяндин «**Сарыарқа**» деп аталатын арнайы мақаласында: «аумақтың жер көлемі өте үлкен, Республика жерінің үштен бірін алып жатыр. Халықтың тауып қойған бұл атауының географиялық үлкен мәні бар, бір шеті Оралға, екінші шеті жоталанып, дөңестеніп, Солтүстікке

Батыс Сібір, оңтүстікте Балқаш-Алакөл ойпатына қарай бірте-бірте аласара береді» – деп жазады [10]. Е. Қойшыбаевтың пікірінше Сарыарқа сөзі «кең жон», жалпақ үстірт, шексіз қырқа мағынасында айтылады [11]. «Сарыарқа» топонимі А.С. Омарбекованың ғылыми-зерттеу жұмысында былай сипатталады: Ұлытау-Торғай аймағы халықта «**Сарыарқа**», «**Арқа**» деп аталатын кеңістіктің батысында орналасқан. Бұл географиялық өңір Балқаштың солтүстігінен меридиан бағытымен Орталық және Қазақстанның Солтүстік бөлігін, оның шекарасы Батыс-Сібір жазығымен шектесіп жатыр. Қазақтың қатпарлы елі немесе Сарыарқа Торғай үстіртінен Тарбағатай таулы қыраты және Зайсан ойысына дейін созылып жатыр деп жазады [12]. Алып жонның өзендері екі жаққа ағады солтүстік қапталынан төгіле аққан *Шар, Шаған, Ащысу, Түндік, Жарлы, Талды, Өлеңті, Шідерті, Сілеті, Есіл, Нұра, Құланөтпес, Терісаққан* сияқты арналы өзендер маңдайын солтүстікке қаратқан. Ал енді осы өзендермен бастауы бір шыққан жері ортақ *Аягөз, Бақанас, Тоқырауын, Былқылдақ, Қаратал, Қаршығалы, Жіңішке, Жәмиі, Мойынты, Сарысу, Сарыкеңгір, Қаракеңгір* сияқты жылғасы мол, суы тұщы өзендер кереғар бағытта, оңтүстікке қарай жамырай ағып жатыр. Арқа тауларында мүжілген жартастар мен қарайған құз қияларына дейін қатпар – қатпар қызғылт сары құм қайрақты тасты келеді [13].

Сарыарқаның алып жон, суайрығы екені алғаш рет географиялық картаға XVIII ғасырда түсті. Ресей империясы шығысқа қанат жаюына байланысты Сібір арқылы қазақ даласына да көңіл бөліп, деректер жинай бастады. 1697 жылы 14 ақпанда Тобыл қаласының воеводасына жолданған патша грамотасында қазақ ордасына бойлай кіретін және одан әрі Хиуа мен Бұхараға дейін баратын жолды анықтап, толық «Сызба» сызу тапсырылды. Осы нұсқаудың негізінде 1697 жылы Тобыл қаласының тұрғыны «бояр ұлы» Семен Ремезов «Бүкіл сусыз, жолсыз, тастақ даланың сызбасы» деген атпен алғаш қазақ даласының картасын сызып шықты. Бұл еңбек кейін 1812 жылы «Сібірдің сызба кітабы» атты атласты шығаруға пайдаланылды.

С. Ремезовтың сызба-картасында шығысында Сауыр, Тарбағатай таулары мен батысында Торғай ойпатына дейінгі аралықта созылып жатқан Сарыарқаның алып жоны «Арқа» деп көрсетілген. Сондай-ақ, Сарыарқаның Торғай, Есіл, Ертіс, Сарысу сияқты арналы өзендері де біршама дәлберілген [14]. Кезінде Л.Н. Гумилев жазған «Дешті Қыпшақ» тұсында қолданылған «**Арқа**» ұғымы ұшы-қиырсыз байтақ дала

мағынасын қалыптастырса, «сары», «кең жон» жалпақ үстірт, (түске байланысты емес) мағынасы негізінде қалыптасқан атау деп білеміз. Байтақ дала өзінің географиялық орналасуымен ғана Қазақстанның барлық өңірімен жалғасып жатқан жоқ, оның шежірелі тарихы да төңірегіне сұғына сабақтасып жатыр.

Бұл жерлер көбінесе жазықты, белесті, қыратты, дөңесті, ойпатты сай-салалы болып келеді. Кең жазықтардың ортасында онша биік емес таулар бой көтерген. Солардың бірі солтүстік батыстан, оңтүстік шығысқа қарай кең көлемді жерді алып, созылып жатқан Шыңғыс тауы [15].

Далалық өңірден Шыңғысқа қарай бет алғанда бір белестен екінші белеске иек артып, көгілдір сағымға оранып, қасқайып жатқан қара жол үнемі биікке сүйрейтін тәрізді. Қарауыл ауылына жақындағанда көрінетін алғашқы белес Күшікбай асуы. Аңыз бен жырға толы Абай елінің тарихы осы жерден басталады. Сарыарқаның солтүстік – шығысындағы Шыңғыстау, оңтүстік шығыстан, солтүстік батысқа қарай 200 км жерге созылып, өз маңайындағы жерлерден 500-600 м биік тұр. Аумақтың орталық бөлігін қатпарлы орқаш таулар алып жатыр. **Шыңғыстау** (Наймантау) жотасын (1120 м) Сарыарқа төрінде орналасқан Шыңғыс жалғызсырамасын дегендей, табиғат оның солтүстік –батысында **Ханшыңғыс** – 1152 м, **Қосбастау** – 1077 м, ал оңтүстік шығысында **Ақшатау** (1305 м) әдейі апарып орналастырғандай көрінеді. Бұл тау жоталарының арасында **Сарышоқы** (1076 м), **Бұғылы** (1061м), **Жұмак** (1149 м), **Қоңыр-Сандықтас** (1102 м) таулары орналасқан [1]. Аталмыш таулардың жер бедері бір-біріне қатты ұқсайды. Жота құрылыстары негізінен ассиметриялы болып келеді. Солтүстік – шығысы тік және өте қатты тілімденген, ал оңтүстік – батыс бөлігі жатық ыңғайлы, сатылы көрініске ие. Ханшыңғыс пен Шыңғыстаудың арасында ұзындығы 130...150 км, ені 30...50 км жерді *Шыңғыс даласы* алып жатыр. Ал Дағандалы мен Шұбар төбе аңғарлары құнарлы, әрі біршама тегіс болып келеді. **Ақшатау** жотасы облыстың оңтүстік- батысына қарай біртіндеп сатылай төмендеп, өзен аңғарлары тілімденіп, солтүстігінде **Үлкен Күйкентай** (836 м), **Қараүңгір** (865 м) таулары мен оңтүстік батысында **Қотанеміл** (1089 м), батысында **Жорға** (1084 м) тауларына жалғасады. Шыңғыстаудан солтүстік батысқа және солтүстік – шығысқа қарай **Дегелең** (Доғалаң -1085 м), **Мыржық** (970 м), **Абралы** (1299 м), **Ақшоқы** (641 м), **Арқат** (901 м), **Арқалық** (494 м), **Делбегетей** (730 м), **Семейтау** (606 м) секілді аласа таулар орналасқан. Шыңғыстаудан шығысқа қарай

Шар және Көкпекті өзендерінің алабында *Шар-Көкпекті ұсақ шоқылығы* созылып орналасқан. Қатты тілімденген қыраттар жайпақ беткейлері мен кең ойыстары жер бедерінің ерекшелігін анықтайды. Абсолюттік биіктігі 400...800 м келетін аласа шоқылы тауларға *Қаратөбе, Қаратақыр, Қонсор, Суықбұлақ* т.б. жатады. Тек қана жеке шоқыларымен ерекшеленіп тұратын таулар: **Ақдiңгек** (1004 м), **Аршалы** (1155 м), **Еңiрекей** (1008 м), **Көлқайнар** (928 м), **Қарақойтас** (1100 м), **Қаражал** (1144 м), **Нарбота** (1056 м), **Сағымжол** (1215 м) ерекше көрініс тапқан. Шар-Көкпекті ұсақ шоқылығы солтүстік-шығысында *Қалба* қыратымен, оңтүстік-шығысында *Жайсан* қазаншұңқырымен шектесіп жатыр [16].

Жазықтық ландшафты жер бедері өзінің ерекшелігімен көз тартады. Сыртқы және ішкі күштердің әсерінен таңғаларлық үлгідегі жартастар, жақпарлы таулар, үңгірлер *«Қоңыр әулие, Үңгіртас»* пайда болған. Қасқабұлақ жотасынан солтүстік-батыста *Шолтан биігі*, Шыңғыс жақ бетте *Ералы жазығы* көсіліп жатыр. Ералы жазығының екінші шеті Кіші және Үлкен Ақшоқыға тіреледі. Қасқабұлақ жотасынан шығыста *Байғабыл, Аралтөбе, Бөрлінің* жоталары көрінсе, оңтүстік-шығысқа қарай Арқат таулары орналасқан. Шығысын Шет, батысын Шаған өзендері кесіп өтетін Шыңғыстаудың бауырынан басқа да кішігірім өзендер *Қос, Бұзау, Құндызды, Мұқыр, Тақыр, Қарауыл, Бөкениі, Көлденең, Қаражартас* т.б. өзендер ағып шығып, кең шалғындарға сіңіп құрғап кетеді [1].

Абралы тауларының (1299м) шығысы мен түстігін *Шыңғыстау, Қалмақ Емел, Өгізтау, Жорға, Темірші, Қарқаралы* таулары көмкеріп жатса, терістігінде *Баянаула (Қызылтау), Мыржық, Жалғызтау, Дегелең (Дозалаң)* тауларымен санқилы биік шоқы, адыр, жазықты қамтиды. Абыралының бүгінгі *«Қайнар»* деп аталатын орталығын да үш тау орналасқан. **«Жаксы Абралыны»** жергілікті халық Қобыланды тауы деп те атайды. Батырдың *«Тайбурыл»* тұлпарының ізі деп есептелінетін ат тұяғы тасқа қашалғандай белгілері бар. *«Сөрелі»*, Жерадыр бұйратына оңтүстік шығыс бетте көлденең көсілген Көкшетау жүйесі, сол жақта көлбеу көгілдір мейзек, қарсы да оқшау биік. *Тұлпар биігі* алыстан көз тартып, осы өңірдің еркесіндей асқақ *«Қалмақтас»* деп аталатын *Сөрелі жазығында* белгі, әр тұстағы қорымда туған ерекше айғақ айтқандай *«Қалмақтастың қара жолы»* тура Аягөзге жеткізеді. Оны ертеде Қызылжар, Ақмола, Сергиополь (Аягөз) жолы деп атаған. Абыралы (Абырәли) атауын жергілікті халық жоңғар шапқыншылығында жекпе-жек ұрыста қаза болған Қалмақ (Абыр), Қазақ (Әли) батырлардың есімімен байланыстырады [17]. **Жаксы Абралы** және **Жаман Абралы** таулары бар.

Үлкен Сарымбет тауларының шығысында (Семей қ.э.) жатқан Жақсы Абралы Жаман Абралыдан биігірек, табиғи ерекшелігіне (Жаман сөзі кіші мәніндегі атау) байланысты анықтауыштар арқылы ажыратылады.

Босаға тауынан әрі қарай Дегелең тауының төбесі көріне бастайды. Дегелең табиғаты бай, қалың ағаш ,мол сулы бұлақтары бар жердің бірі еді. Таудың оңтүстік батысында 50 жылдай 338 рет атом, сутегі бомбаларының (жер асты, үсті) сынағы өткізіліп, аумақтың табиғат жағдайларын өзгертіп, құлазыған далаларға айналдырды. Үлкен және Кіші Дегелең ортасындағы Әулие асуы – Еуразияның дәл кіндік ортасын көрсетіп тұр [17]. Дегелең оронимі атауын Е.Қойшыбаев көне түркі тілінде деге («теке») және иелең (қылаң-қараң) сөздерінен құралған атау (теке қаптаған жер) мағынасында қарастырады [11]. Біздің пікірімізше дөңгелене келген Доғалаң (доға тәріздес) тау атауы біртіндеп *дегелең* сөзіне ауысқан сыңайлы. Жер бедерінің көрінісін нақты анықтайтын атау деп білеміз. Шекаралас жатқан Қарағанды облысы аумағында **Үлкен Доғалаң, Кіші Доғалаң** тау атаулары бар [16]. Таулы массивтер гранитті, кварц, порфиритті, тақтатас, бағалы тастармен ерекшеленетін **Қызылтау** (720 м), **Қоңыртау** (237 м), **Сарытау** (641 м), **Ақтау** (657 м), т.б. атауға болады. Ақсан атауының баламасы географиялық картада дұрыс берілмеген, нақты атауы **Ақсаң** – «саң» қалмақша «шың» деген мағынаны білдіреді. Сонда **Ақсаң** деген сөз, **Ақ шың** мағынасында айтылады. Тау – шоқыларының санын білдіретін **Қостау** (684 м), **Төрттау, Бестау** (327 м), шаруашылыққа қолайлылық дәрежесі қазақ атауларында «*жақсы*», географиялық нысанның табиғи қолайсыздығын білдіретін «*жаман*» сияқты анықтауыштар арқылы ажыратылады. Баянауланың негізгі тау жоталары *Ақбеттау, Жақсыаула, Жаманаула* деген 3 бөліктен тұрады. Тау өлкесі биік өркешті келген жоталардан, өзекті сайлармен бөлінген тау блоктарына және жоталарға қосарлана біткен жеке тау шоқыларынан құралады. Тау басының ең биіктері: **Ақбет** тауы – 1027 м, **Өгелен** тауы – 969 м, **Шибет** тауы – 728 м, **Жасыбай** – 804 м, **Сарытау** – 747 м, Жақсыаулаға кіреді. Ш.Уәлиханов көшпелі қырғыздар (қазақтар) туралы: Баянауыл (бұрмаланған атау, нақты тарихи атауы – **Баянаула**; монғ. **Баян-ола**) – берекелі тау мағынада айтылады. **Баянаула** жүйесінде орналасқан **Жаманаула** керісінше, жалаңаш шоқылы тау (монғ. Баинола) «**Баян**» -бай, «**Ола**» -тау, көрікті, бай тау мағынасында қарастырады [18].

Баянаула (Жақсыаула) Жаманаулаға қарағанда жайылымы құнарлы, суы мол көрікті табиғатымен ерекшеленеді. Баянауланың батыс

бөлігінде оқшау жатқан биіктіктері 500...600 м болатын төбелі - шоқылар Жаманаула тауларына жатады. **Жақсы Сарытау** – 757 м, **Жақсы-Шорабай** – 441 м., **Жаман** сөзі арқылы **Жамантау** – 421 м, **Жаман-Сарытау** – 784 м, **Жаман-Бөгенбай** – 475 м, **Жаман-Далба** – 758 м, т.б. атаулар жер бетінің морфологиялық сипатын, ландшафтты ерекшеліктерін сипаттайды. **Құлынды** жазығының бір бөлігі **Ертіс** маңы жазығының маңында жондар мен далалар, жалдар ерекше көрініске ие. Семей өңіріне жақын жатқан **Белағаш** даласы (402 м), **Балапан** жоны (310 м) және солтүстік шығысқа қарай **Әли** даласы (254 м) қарай төмендей береді. Шығыс Қазақстан облысының аумағы Құлынды даласы және Ертіс маңы жазығы арқылы Павлодар облысының аумағымен шектесіп жатыр [17].

Сарыарқа және **Батыс Сібір** жазығына бастыра еніп жатқан **Құлынды, Бараба, Ертіс** маңы жазықтарының жер бедері де алуан түрлі болып келеді. Екі геоморфологиялық облыстың түйіскен жерінде қалыптасқан жер бедері, әртүрлі пішіндерімен ерекшеленіп, орографиялық бірліктерге жіктелуге себепші болған. Аласа таулы, төбелі бөлігі миллиондаған жылдар аралығында ішкі және сыртқы үрдістер әрекетінен бұзылып, қазіргі жер бедерінің пішінін қалыптастырды. Мұнда жеке жоталар, тау аралық ойыстар, жер бедерінің басқа да пішіндері өзара үйлесім тапқан сынайлы. Ертістің сол жағалауы көтеріңкілеу төбелі – жазықты болып келеді [2]. Дала зонасын кесіп өтетін Ертіс өзенінің жайылмасында далалық өңірдің топонимиясын айғақтайтын орографиялық терминдер жиі кездеседі.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баяндин Н. Сарыарқа // Білім және еңбек. №1, 1984, 8 б.
2. Валиханов Ч.Ч. Собрание сочинений. В 5 т. Алма-Ата: Киргизское радословие. Т.І. 1961-1972, С. 203-219.
3. Жеріңнің аты-Елімнің хаты.Энциклопедиялық анықтамалық. Алматы: «Аруана Ltd» ЖШС, 2006. – 808 б.
4. Кармышева Б.Х., Кармышева Дж.Х. Что такое Арка-юрт? (к истории исторической географии Казахстана): Ономастика Востока. – М. : 1980, 111 с.
5. Керімбаев Е. Атаулар сыры. Алматы: «Қазақстан», 1984, 119 б.
6. Конкашпаев Г.К. Казахские народные географические термины // Изв. АН Каз.ССР, серия географическая. Вып.3, Алма-Ата, 1951, С. 3-47.
7. Кононов А.Н. Способы и термины определения стран света у Тюркских народов // Тюркологический сборник 1974. – М.: 1978. – С. 72-89.

8. Қойшыбаев Е. Қазақстанның жер-су аттары сөздігі. – Алматы, 1985, 256 б.
9. Лебедев Д.М. География в России XVIII века. – М.-Л. :1942. – 340 с.
10. Медоев Г.Ц. Сары-Арка (К топонимике Казахстана) // Вестник АН Каз. ССР, №1(34), 1948, 56 с.
11. Нәсенов Б. Абыралы-Сарыарқаның кіндігі. Т.1. Новосибирск, 2002. –488 б.
12. Омарбекова А.С. Социальное и природное в формировании топонимии Улытау-Торгайского региона. Автореф. дисс. канд. географ. наук.- Алматы, 1999, 28 с.
13. Сапаров Қ.Т. Павлодар облысының топонимикалық кеңістігі (Қазақтардың кеңістікті игеру тәжірибесінің жер-су атауларындағы көрінісі). Павлодар: «ЭКО», ҒӨФ, 2007. – 308 б.
14. Сәдуақасұлы Ә. Тарихыңды танып біл. Алматы: «Шартарап», 1997. – 294 б.
15. Сейдімбек А. Қазақ әлемі. Этномәдени пайымдау. Оқу құралы. – Алматы: «Санат». – 1997.– 464 б.
16. Халид Құрбанғали. Тауарих хамса: (Бес тарих) Ауд. Б. Төтенаев, А. Жолдасов. – Алматы: «Қазақстан», 1992. – 304 б.
17. Шығыс Қазақстан облысының әкімшілік- аумақтық картасы. (М-бы 1:1000 000) Алматы, «Картография» ККК, 2003.
18. Шығыс Қазақстан облысының географиясы. Семей, ПК «Семей-печать» 2000. – 136 б.

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

ОТРАЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В ТОПОНИМАХ САРЫАРКИ

Канд. геогр. наук К.Т.Сапаров

В статье дан авторский взгляд на происхождение географических названий, проанализированы топонимы, определяющие орографическую особенность Сарыарки.

УДК 551.506.2:551.509.51

**СТИХИЙНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА
ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 2008 ГОДУ**

Т.В. Худякова
О.С. Голояд
Т.Л. Жданова
Т.И. Криворучко
Н.В. Молчанова
В.В. Жданов
Л.М. Соколова
И.П. Дерюгина
С.Л. Аманкулова

В обзоре приведены сведения о стихийных метеорологических явлениях и краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших их возникновение. Кроме этого, помещены обзоры стихийных гидрологических и агрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Казахстана.

**Краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших
возникновение стихийных метеорологических явлений*****Сильный ветер, шквал***

Сильные ветры скоростью 30 м/с и более в 2008 г. на территории Казахстана наблюдались на 18 метеорологических станциях. Всего было зафиксировано 67 случаев.

Как обычно, наибольшее число случаев ураганного ветра юго-восточного направления (евгея) было в районе Алакольских озер, которые расположены на северо-востоке Алматинской области. На М Жалана-школь – 29 случаев, на М Алаколь – 4 случая. Сильный ветер более 30 м/с наблюдался преимущественно в холодную половину года (октябрь – апрель). Сила ветра достигала 30...37 м/с, в декабре очень частыми были ветры скоростью 40 м/с, продолжительность их была от 2 до 32 часов. Возникновение евгея связано с понижением давления в районе Джунгарских ворот в направлении с юго-востока на северо-запад. Эти условия создаются, когда над Джунгарскими воротами располагается юго-западная или западная периферия азиатского антициклона, а над Казахстаном и Средней Азией – область пониженного атмосферного давления. При этом

происходит накопление воздуха с южной стороны Джунгарских ворот и движение его через сравнительно узкий горный проход.

В период с 21 по 25 февраля сильный ветер юго-западного направления наблюдался в Кызылординской, Карагандинской, Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областях. Усиление ветра в этих областях было связано с выходом Южно-Каспийского циклона.

Сильные ветры на территории республики были связаны также с западными и северо-западными вторжениями антициклона на Казахстан. Ветры ураганной силы рассмотрим на примере западного вторжения, наблюдавшегося 11 – 12 марта. В это время на большей части территории Жамбылской области они достигали 15...20 м/с, с порывами до 20...28 м/с, в отдельных районах до 30...37 м/с. На М Мойынкум и Шокпар при этом отмечалась пыльная буря.

За сутки до возникновения урагана, 11 марта в 00 ч СГВ (среднее гринвичское время) на приземной карте погоды частный циклон находился над Мангистауской областью ($P = 1007$ гПа). Он был очерчен одной изобарой. Этот циклон был низким барическим образованием и прослеживался лишь до высоты 700 гПа. На более высоких изобарических поверхностях ему соответствовала барическая ложбина. В теплом секторе циклона и в зоне теплых атмосферных фронтов давление интенсивно падало (3,0...4,4 гПа/3 ч), а за холодными участками фронтов слабо росло (0,7...1,0 гПа/3 ч). Высотная фронтальная зона (ВФЗ) располагалась широтно и проходила над Средиземным – Каспийским морями – Южным и Юго-Восточным Казахстаном (рис. 1).

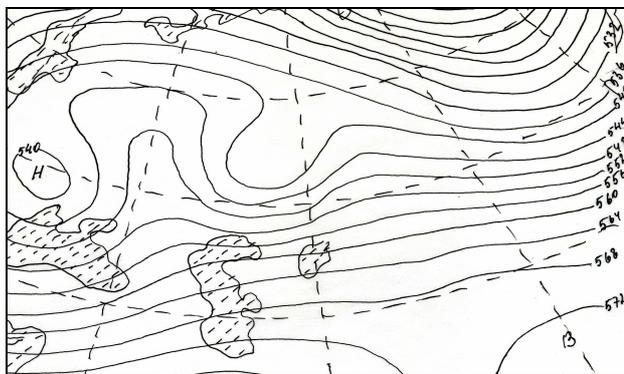


Рис. 1. АТ 500 за 00 ч СГВ 11.03.2008 г.

Скорость ветра в ВФЗ на уровне АТ 500 гПа равнялась 80...100 км/ч, на АТ 300 гПа – 100...120 км/ч. Высотный барический гребень на картах АТ 700 и АТ 500 гПа располагался над Европейской терри-

торией России, ложбина – над Уралом и Западным Казахстаном. В тылу ложбины над Средним Поволжьем находился очаг положительных изалогипс +3...+11 гПа.

С этим циклоном были связаны две системы фронтов: полярная и арктическая. Обширный антициклон с центром над Восточным Казахстаном, охватывал территорию Западной Сибири, Урала и Казахстана, за исключением его западной части. Его отрог распространялся на районы Среднего Поволжья до Волгограда и Харькова. Контраст температуры в зоне холодных атмосферных фронтов в тылу циклона составлял 5...11 °C/500 км, в зоне теплых фронтов 6...12 °C/500 км. На карте АТ 850 гПа в зоне холодных фронтов контрасты составляли 16 °C/500 км, в зоне теплых – 13 °C/500 км.

За сутки циклон из районов Мангистауской области переместился под фронтальной зоной на территорию Северного и Центрального Казахстана. Центр циклона 12 марта в 00 ч СГВ располагался над югом Акмолинской области, давление в центре циклона понизилось на 11 гПа ($P = 996$ гПа) и продолжало падать (рис. 2).

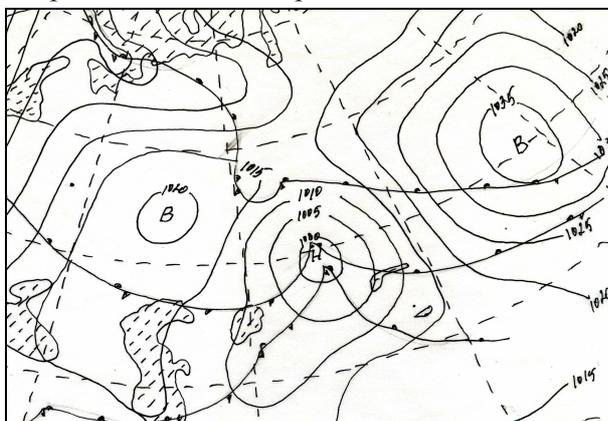


Рис. 2. Приземная карта погоды за 00 ч СГВ 12.03.2008 г.

В зоне теплых фронтов в передней части циклона давление понижалось на 4,6...5,7 гПа/3 ч, в зоне холодных фронтов в тылу циклона рост давления составил 1,6...2,2 гПа/3 ч. Антициклон за сутки с территории Казахстана переместился на Монголию. В отроге антициклона над районами Среднего Поволжья образовалось ядро, которое 13 марта переместилось на Центральный Казахстан. Такая направленность в развитии атмосферных процессов способствовала формированию зоны больших контрастов температуры и барических градиентов над югом республики. Сильные и ураганные ветры в районе М Жамбыл при западном вторжении были вызваны пе-

реваливацией холодного воздуха через хребет Каратау и вытеснением более легкого теплого воздуха. Благодаря сгущению линий тока на гребне перевала, а также под действием силы тяжести скорость движения холодного воздуха на подветренной стороне (район М Жамбыл) значительно увеличилась, так как холодный фронт был хорошо выражен в поле температуры. В теплом секторе циклона в Жамбылской области 12 марта в 00 ч СГВ температура была +15...+18 °С, за холодным полярным фронтом +2...+5 °С, за холодным арктическим -3...-5 °С. Величина барического градиента на карте АТ 500 достигала 8...10 гПа/1°. В момент возникновения сильного ветра в Жамбылской области (6.00...13.00 ч СГВ) ось барической ложбины проходила через юг республики и скорость ветра в струйном течении на карте АТ 300 гПа над этим районом достигала 140...160 км/ч. Антициклон в 6.00 ч СГВ располагался над Западно-Казахстанской областью и Средним Поволжьем. Холодный полярный фронт проходил по Жамбылской области, давление за фронтом росло на 1,0...2,2 гПа/3 ч. Давление за арктическим фронтом, проходящим по линии Астана – Кызылорда – Чирик-Рабат росло на 2,6...4,6 гПа/3 ч. В теплом секторе циклона давление падало на 0,6...1,2 гПа/3 ч. Перед теплым арктическим фронтом, проходившим через Алматинскую область, падение давления составило 1,0...3,4 гПа/3 ч. При большой скорости смещения барических образований, как у земли, так и на высоте, холодный полярный фронт в 12 ч СГВ переместился на Алматинскую область, а уже в 15 ч СГВ арктический холодный фронт смещался по территории Жамбылской области, сильные ветры к этому времени уже прекратились. Глубокий циклон с центром над Акмолинской областью 13 марта в 00 ч СГВ переместился на юг Западной Сибири, а центр антициклона на Карагандинскую область.

Аналогичная синоптическая ситуация в Жамбылской области наблюдалась 11 октября. С прохождением холодных атмосферных фронтов произошло усиление западного и юго-западного ветра до 15...20 м/с, с порывами 18...22 м/с. На М Жамбыл ветер достигал 20...22 м/с, с порывами 30...40 м/с.

На М Махамбет Атырауской области 27 мая в течении 7 минут и на М Карауыл Восточно-Казахстанской области 2 июля в течении 7 минут наблюдалось шквалистое усиление ветра – 30 м/с. Такое усиление ветра происходило при смещении контрастных холодных атмосферных фронтов, значительном развитии вертикальных движений и мощной кучево-дождевой облачности.

Сильные метели

Метели при средней скорости ветра 15 м/с и более, продолжительностью 12 часов и более, ухудшающие видимость до 500 метров и приносящие значительный ущерб народному хозяйству относятся к особо опасным явлениям погоды. В 2008 году на территории Казахстана зарегистрировано 5 периодов сильных метелей.

Наиболее интенсивными были метели в период 20 – 22 февраля. Сильными метелями была охвачена большая часть территории Актюбинской, Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской, Карагандинской областей, также метели отмечались на отдельных станциях Атырауской, Кызылординской, Южно-Казахстанской областей. Скорость южного, юго-западного ветра составляла 15...24 м/с. Продолжались метели от 13 до 35 часов, на М Аркалык Костанайской области – 47 часов. Метели сопровождались значительными снегопадами, видимость ухудшалась местами до 0...100 метров. Этот период был обусловлен смещением циклона из восточных районов Средиземного моря и его значительным углублением за счет регенерации над районами Актюбинской, Костанайской областей.

Развитие процесса происходило следующим образом. На приземной карте погоды за 00 ч СГВ 19 февраля (рис. 3) над районами Ближнего Востока, югом Каспия располагался молодой циклон, давление в центре 1005 гПа, другой циклон находился над Баренцевым морем, его ложбина была ориентированна на районы Украины. Эти два циклона были связаны между собой системами полярного и арктического фронтов, хорошо выраженных в поле температуры, ветра и влажности, обуславливающих обширную зону снегопадов. Падение давления на 5,1 гПа/3 ч наблюдалось перед теплыми фронтами на западе Туркмении и севере Каспия, рост в тылу за холодными фронтами над центральными районами Турции составлял 2,0 гПа/3 ч. Также падение давления до 3 гПа/3 ч отмечалось на волне теплого фронта над районом Киева, рост в тылу за холодным фронтом над Финским заливом 3,1 гПа/3 часа. Одновременно большая часть Казахстана, Монголии и Восточной Сибири была занята областью высокого давления с отдельными ядрами, сформированными в холодной воздушной массе.

Термобарическое поле выглядело следующим образом. Над Западной Европой располагался высотный гребень и ему соответствовал гребень тепла, восточнее над районами ЕТР отмечалась ложбина с осью, ориентированной из районов Баренцева моря на Черное море с самостоятельным центром над Анкарой. На карте ОТ 500/1000 этому центру соответст-

вовал очаг холода. Проникновение холодных воздушных масс в районы Черного моря, Турции обеспечивался за счет того, что ВФЗ проходила почти меридионально через Скандинавию на Балканы, восток Средиземного моря. Над Средней Азией, Казахстаном располагался высотный гребень и отмечалась адвекция тепла. Контраст температуры на карте АТ 850 гПа в зоне фронтов над Каспием, Западным Казахстаном составлял 8...12 °С/500 км. На карте АТ 700 гПа ось высотной ложбины проходила из районов Баренцева моря через Москву на Черное море, Турцию и отмечалось падение геопотенциала в передней части ложбины перед Кавказом 7...11 гПа. То есть такое положение ВФЗ и термобарического поля свидетельствовали о готовящемся прорыве Южно-Каспийского циклона.

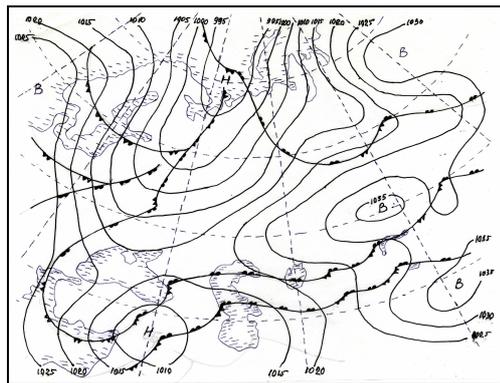


Рис. 3. Приземная карта погоды за 00 ч СГВ 19.02. 2008 г.

Действительно, в последующие трое суток циклон смещался со скоростью 40...45 км/ч в северо-северо-восточном направлении. 20 февраля сильные метели начались в Атырауской области, 21 февраля ими была охвачена большая часть территории Актюбинской, Костанайской, Акмолинской областей. Циклон значительно углубился и расширился по площади. На из приземной карте погоды за 21 февраля его центр располагался западнее Костаная. Давление в центре составило 974 гПа. Отмечалось падение давления перед теплым фронтом над районом Тобольска (7,4 гПа/3 ч), рост за холодным арктическим фронтом над югом Каспия – 5,3 гПа/3 ч. Одновременно с этим, с центральных районов ЕТР произошло смещение неглубокого циклона, возникшего на волне арктического фронта, который 21 февраля объединился с Южно-Каспийским. Интенсивный вынос теплых воздушных масс во всем слое тропосферы со Средней Азии на центральный и северный Казахстан при одновременном подтоке арктического воздуха с севера способствовали значительному углублению циклона и обострению фронтальных разделов. Циклон достиг стадии максимального развития и

прослеживался в виде замкнутых изогипс до больших высот. Барические градиенты у земли достигали 18...23 гПа/500 км, на карте АТ500 – 20...25 гПа/500 км. Направленность потоков у земли и на высотах совпала, это также способствовало усилению ветра. Циклон, являясь высоким барическим образованием, продолжал смещаться в северо-северо-восточном направлении со скоростью около 30 км/ч.

22 февраля его центр располагался между Тобольском и Костанаем. Циклон начал заполняться, давление в центре составило 990 гПа. Сильные метели сохранялись в Акмолинской, Актюбинской областях, начались в Карагандинской и на севере Южно-Казахстанской областей. 23 февраля циклон заполнился и вошел в систему глубокого циклона, расположенного над северо-западом ЕТР. Метели ослабели. Средняя Азия, центральный и восточный Казахстан были под влиянием антициклона, сместившегося сюда из районов Италии. Вторая волна сильных метелей началась днем 23 февраля и продолжалась 24 февраля. Штормовая зона сформировалась между антициклоном и циклоном, расположенным на северо-западе ЕТР (давление в центре 965 гПа). Формированию благоприятных аэросиноптических условий для возникновения сильных метелей в этот период способствовали термические и динамические факторы. Контрасты температур в зоне фронта у поверхности земли над центральными районами ЕТР и западным Казахстаном составляли 8...10 °С/500 км, дефицит влаги в нижнем пяти километровом слое не превышал 2...3 °С, на карте АТ 700 гПа отмечалась расходящаяся изогипс и падение геопотенциала до 10...14 гПа. Перемещение циклона происходило под интенсивной ВФЗ (12...15 гПа/500 км), ориентированной из районов Исландии, через юг Скандинавии, центр ЕТР на юг Западной Сибири. На карте ОТ 500/1000 очаг холода располагался над восточной половиной Казахстана, гребень тепла был ориентирован из районов Западной Европы на ЕТР. Последующее сближение мощного циклона со стационарирующим и усиливающимся над районами Алтая антициклоном, привело к формированию штормовой зоны с сильными юго-западными ветрами, которые в сочетании с начавшимися снегопадами вызвали сильные метели в Костанайской, Северо-Казахстанской, Актюбинской областях. Горизонтальный барический градиент в штормовой зоне достигал 5...7 гПа на 1° меридиана. Продолжительность метелей составляла 15...38 часов, на М Михайловка Костанайской области – 42 ч. Скорость ветра достигала 17...22 м/с, на М Карасу Костанайской области – 30 м/с.

Третий период сильных метелей, наблюдавшийся 26 – 27 февраля охватил территорию северо-западного Казахстана и был обусловлен смещением глубокого циклона из Исландии через Средний Урал и возникновением штормовой зоны при сближении с антициклоном. Таким образом с 20 по 27 февраля с небольшими перерывами на территории республики отмечались три периода особо сильных метелей.

Еще один период сильных метелей наблюдался 16 – 17 марта и был обусловлен выходом Южно-Каспийского циклона на территорию северо-западного Казахстана. Сильные метели отмечались местами в Акмолинской, Костанайской областях при скорости восточного, северо-восточного ветра 18...20 м/с, продолжительность их составила 13...17 ч.

Сильные осадки (дождь, снег)

В 2008 году очень сильные дожди (с количеством 50 мм и более за 12 ч и менее) на равнинной части территории, и (30 мм и более за 12 ч и менее) в селеопасных районах, наблюдались всего в трех случаях на равнине и четырех случаях в горах Алматинской области.

Днем 19 июня в Бейнеу Мангистауской области в течение 1 часа прошел сильный ливень, выпало 50 мм (более 3,5 месячных норм). Днем 3 июля на М Булаево Северо-Казахстанской области отмечался очень сильный дождь (56 мм), дождь продолжался 9 часов. На М Бектауата Карагандинской области ночью 16 июля выпало 63 мм за 3 ч. Ливни сопровождались грозами и порывистым ветром.

В селеопасных районах юго-востока республики 17 апреля на М Текели, 25 июля на М Лепси и М Текели, 18 августа на М оз. Улькен Алматы прошли очень сильные дожди, выпало от 30 до 46 мм, продолжительность выпадения составила 6...12 часов. Два случая выпадения сильного снега были зарегистрированы в горных районах Алматинской области: на М Каменское плато 21 февраля (21 мм) и М Шымбулак 17 марта (25 мм).

Обильные грозовые дожди 3 июля были вызваны холодным циклоном, прослеживающимся до высоты более 9 км. 3 июля в 00 ч СГВ он располагался над северной половиной Казахстана и югом Западной Сибири с давлением в центре 995 гПа. Высотные барический и термический центры были смещены к западу по сравнению с приземным центром. Северные области находились под влиянием передней части ложбины холода. Большая увлажненность всей толщи тропосферы, неустойчивая стратификация атмосферы при прогревании воздуха у земли в дневные часы, адвекция холода на высоте создали исключительно благоприятные усло-

вия для обильных грозových дождей. При прохождении холодного арктического фронта, вблизи центра циклона, на М Булаево ливень был наиболее интенсивным, сопровождался грозой и порывистым ветром. Количество выпавших осадков достигло критерия стихийного явления.

Аналогичный синоптический процесс наблюдался 16 июля, когда на М Бектауата за 3 ч выпало 3,5 месячных нормы для данного пункта. В данном случае ливень был вызван наличием малоподвижного высокого циклона с вертикальной пространственной осью над Карагандинской областью. Циклону на высоте соответствовал замкнутый очаг холода, который располагался непосредственно над районом ливня. Создались условия для формирования вторичных холодных фронтов и развития мощной кучево-дождевой облачности.

Обзор стихийных гидрологических явлений

Период с января до середины февраля 2008 г. на территории Казахстана и Центральной Азии был исключительно холодным; аномалии отрицательных температур воздуха в южных районах Казахстана достигали -10...-16 °С. На реках юга и юго-востока республики отмечалось интенсивное ледообразование. Так, 15 и 22 – 29 января на р. Сырдарья в районе ГП Кокбулак (выше Шардаринского водохранилища) наблюдался шугоход. В третьей декаде января Сырдарья в пределах Казахстана и на территории Узбекистана до Кайраккумского водохранилища покрылась льдом. Такое явление бывает раз в 30...40 лет; как правило, ледостав на Сырдарье наблюдается только в пределах Кызылординской области. Толщина льда на всем протяжении реки ниже Шардары была на 20...30 см больше нормы.

Холодная без оттепелей зима способствовала накоплению снеготпасов в низкогорной зоне Южно-Казахстанской области. К 20 февраля количество снега вдвое превышало среднемноголетние величины на эту дату. Далее на большей части Казахстана произошло значительное потепление, что вызвало на реках юга и юго-востока республики ослабление и разрушение ледостава, интенсивное снеготаяние и прибыль воды на низкогорных реках Южно-Казахстанской области.

20 – 21 февраля в Южно-Казахстанской области прошли сильные дожди. Их количество за двое суток составило: М Шымкент – 35 мм, М Рыскулова – 23 мм, М Казыгурт – 26 мм. Летом такое количество осадков не привело бы к серьезным последствиям. Но, выпав на снег, запас воды в котором составлял 80...120 мм, плюс снеготаяние обусловили явление редкой повторяемости – интенсивный склоновый сток.

На отдельных низкогорных реках указанной территории прошли опасно-высокие тало-дождевые паводки. Наиболее резкие подъемы уровней воды (1...1,5 м) были на реках Келес, Бугунь, Арысь. В Ордабасинском, Арысском, Сарыагашском районах Южно-Казахстанской области с прохождением тало-дождевых паводков, а также формированием интенсивного местного стока по логам и временным водотокам, произошло подтопление значительной территории. Было подтоплено 4 моста, 2397 домов, 8 школ (411 домов разрушено), размыты участки автодорог, погиб 1 человек.

27 февраля в связи с интенсивным снеготаянием в Жамбылском районе отмечалось подтопление территории с. Марьяновка, с. Байтерек и с. Жанаталап.

6 марта в связи со снеготаянием и дождями на р. Коктал (Алматинская обл.) прошел высокий паводок редкой повторяемости.

Март на территории Казахстана был экстремально теплым. Вскрытие на большинстве рек республики произошло раньше обычного. Так, р. Иртыш в районе с. Семиярское вскрылась 31 марта, это самая ранняя дата за весь период наблюдений.

К началу весеннего снеготаяния по большинству рек степной территории республики сложились неблагоприятно условия (низкое осеннее увлажнение почво-грунтов, снеготаяния ниже нормы) для формирования стока. Неблагоприятные условия для формирования волны весеннего половодья еще более ухудшились в связи с экстремально высокими температурами воздуха в марте. Аномалия мартовских температур на севере, центре и западе Казахстана составила +6...+11 °С. Несмотря на то, что в марте почти на всей территории Казахстана выпали осадки (местами 2...3 нормы), поступление воды в речную сеть Западно-Казахстанской, Актюбинской, Карагандинской областей и в р. Ишим (в пределах Северо-Казахстанской области) было невелико.

Май-август на юге, юго-востоке и востоке республики был сухим. Количество выпавших осадков составило 40...60 % от нормы, а по отдельным метеостанциям всего 10...30 % от нормы. Большой дефицит осадков и повышенный температурный фон в летние месяцы обусловил резкий спад водности на горных реках Казахстана. Так, на большинстве горных рек Казахстана вегетационный сток был на 30...40 % меньше средних многолетних значений, а на отдельных реках – в 2...3 раза мень-

ше нормы (Келес, Жебогылысу, Боролдай, Катта-Бугун, Шокпак, Тамды, Каскелен, Киши Алматы, Шар и др.).

Критическая ситуация сложилась в 2008 году на р. Сырдарья. В результате суровой зимы и повышенных сбросов воды для выработки электроэнергии, Токтогульское водохранилище в верховьях Сырдарьи было сработано практически до мертвого объема; с 22 апреля по 1 мая объем воды в нем составлял 6480 млн. м³. После зимней сработки Токтогульское водохранилище в течение летних месяцев постепенно наполнялось. Его наполнение продолжалось до 21 августа; в третьей декаде объем воды в водохранилище стабилизировался на отметке 9620 млн. м³, достигнув годового максимума; это самый низкий максимальный объем Токтогульского водохранилища с 1986 г.

В связи с исключительно низким запасом воды в Токтогульском водохранилище и дефицитом осадков в летний период, объем стока р. Сырдарьи в створе ГП Кокбулак в вегетационный период 2008 г составил 1,10 км³, что является абсолютным минимумом за весь период наблюдений.

Дефицит водности также наблюдался в бассейне Верхнего Иртыша и рек зоны Бухтарминского водохранилища. Обеспеченность годового притока воды к Бухтарминскому водохранилищу равна 95 %. Суммарный годовой сток рек Убы и Ульбы (боковой приток в Шульбинское водохранилище) был самым низким за весь период наблюдений. К концу 2008 г. интенсивно сработалось Бухтарминское водохранилище на р. Иртыш, его объем был самым низким с 1991 г.

На р. Или в летние месяцы сток был более чем вдвое ниже нормы, что связано не только с недостаточными влагозапасами в бассейне, но и с увеличением водозаборов на территории КНР. В июне сток р. Или был самым низким за последние 65 лет, а в июле-августе – за весь ряд наблюдений.

Лавины

Январь – февраль 2008 г. отличались слабой лавинной активностью. Объем большинства лавин составил от 50 до 1500 м³. Этому способствовало незначительное количество осадков и высота снега на склонах (80...100 % от средних многолетних значений). Сход значительной лавины отмечался в конце февраля в ЮКО в Аксу-Жабаглинском заповеднике (14 000 м³) и в ВКО недалеко от г. Риддер (9 000 м³). Ущерб и жертв не было.

В марте с началом снеготаяния процессы лавинообразования активизировались. В этот период наблюдался сход лавин в большинстве горных районов Казахстана. Все лавины были вызваны интенсивной весенней отте-

пелью или выпадением осадков на фоне оттепели. Объем большинства лавин составил от 100 до 3000 м³. Сход наибольшей лавины зарегистрирован 21 марта в Джунгарском Алатау в бассейне реки Кора. Объем лавины достиг 200 000 м³. Лавина на несколько дней полностью перегородила реку, и сток реки ниже лавины прекратился. 1 марта в Восточно-Казахстанской области на горнолыжной базе в 10 км от г. Риддер в лавине объемом 60 000 м³ погибли 2 туриста-лыжника. Лавину спровоцировали сами лыжники.

В апреле 2008 г. снежный покров сохранился только в высокогорной зоне – выше 2500 м. В низкогорье и среднегорье снежный покров растаял. Сход лавин наблюдался в бассейнах рек Малая и Большая Алматинки. Объем лавин составил от 100 до 1300 м³. Объем максимальной лавины, сошедшей в бассейне реки Большая Алматинка составил 1300 м³.

В декабре высота снега и количество осадков были ниже средних многолетних значений (40...100 % от нормы). Сход незначительных лавин объемом от 50 до 100 м³ отмечался в конце декабря в Заилийском Алатау в бассейнах рек Котыр-Булак и Большая Алматинка, одна из них спровоцирована лыжниками. 29 декабря в Южно-Казахстанской области в бассейне р. Сайрам людьми спровоцирован сход лавины, объемом 1000 м³. Попавшие в лавину остались живы.

Всего за 2008 год наблюдалось более 80 случаев схода лавин. Наиболее лавиноопасным был март, когда произошло более половины случаев схода лавин. Основной причиной схода являлись обильные осадки, оттепель или сочетание этих двух факторов. Большинство лавин сошли самопроизвольно, три лавины подрезаны людьми. Девять раз давались рекомендации по проведению профилактических спусков лавин. Один раз в Восточно-Казахстанской области сход лавины сопровождался человеческими жертвами. Один раз при проведении профилактического спуска пострадали сотрудники снеголавинной станции.

В целом год отличался слабой лавинной активностью. Количество сошедших лавин, количество осадков и высота снега были ниже средних многолетних значений.

Сгонно-нагонные явления на Каспийском море

Согласно данным оперативных наблюдений на казахстанских станциях и постах среднегодовой уровень Каспийского моря за последние три года имеет тенденцию к снижению, достигнув в 2008 г. отметки минус 27,11 м.

Зима 2007 – 2008 гг. на Каспийском море в его северной мелководной части по сумме отрицательных температур воздуха в холодное полу-

годие и степени распространения границы льда была очень холодной, с устойчивым и значительным ледовым покровом. В конце третьей декады ноября 2007 г. в районе северного побережья Каспийского моря появились начальные формы льда с устойчивым образованием припая вдоль всего северо-восточного побережья моря. Максимальная толщина льда зафиксирована на станции М Пешной в феврале 2008 г. и составила 62 см. Согласно космических снимков, во второй декаде января 2008 г. ледовый покров установился вдоль западного побережья Среднего Каспия и распространился на центральную часть Северного Каспия, включая акваторию моря в районе о. Кулалы и восточное побережье Каспийского моря. 6 – 9 января, 30 – 31 января в районе МГ Кулалы, остров наблюдался дрейф льда сплочённостью 10 баллов. Устойчивый припай у берега о. Кулалы образовался в конце декабря 2007 г. с максимальной толщиной льда 6 см, измеренной в третьей декаде февраля 2008 г.

На Среднем Каспии, в районе МГ Форт-Шевченко неоднократно наблюдались кратковременные установления припая с последующим его разрушением. Максимальная толщина льда – 15 см была зафиксирована в середине января 2008 г. По данным МГ Форт-Шеченко в феврале (первая и вторая декады) наблюдался дрейф льда сплочённостью 9 баллов. МГ Актау с конца декабря и до середины февраля фиксировала на акватории моря дрейфующий лёд сплочённостью 3 балла.

Весеннее разрушение ледового покрова на море началось с глубоководной части Северного Каспия в первой декаде марта 2008 г. Полное очищение моря ото льда произошло в середине третьей декады марта.

Казахстанскими морскими станциями и постами у побережья Северного Каспия в 2008 г. было зафиксировано 10 сгонно-нагонных случаев, с изменением уровня моря более чем на 40 см. Из них один ветровой подъём уровня моря выше опасной отметки минус 25,90 м и два нагона морской воды с повышением уровня моря выше критической отметки минус 26,60 м. Опасное повышение уровня моря на 100 см до отметки минус 25,85 м, вызванное сильным ветром (более 10 м/с) устойчивого восточного направления, было зафиксировано у северного побережья 18 апреля на МГП Жамбай. На Среднем Каспии, в пределах казахстанского побережья, сгонно-нагонные ситуации с величиной изменения значения уровня моря более чем на 30 см не наблюдались.

Обзор стихийных агрометеорологических условий

Весна 2008 г. на территории республики почти повсеместно была ранней. Аномалии температуры воздуха с третьей декады февраля по первую декаду апреля были положительными и составляли +2...+12 °С. Переход

среднесуточной температуры воздуха через 0 °С на большей части территории Казахстана произошел несколько раньше обычных сроков – в середине марта – начале апреля. На юге и юго-востоке переход произошел в конце февраля – начале марта, также раньше среднепогодных дат.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С на севере и востоке республики произошел в конце апреля – начале мая, что около нормы, на юго-западе, юге и юго-востоке республики – в середине марта – начале апреля, что раньше среднепогодных значений. На западе и северо-западе этот переход произошел преимущественно в конце марта, в центре республики – в начале мая. В период активной вегетации растений (после перехода среднесуточной температуры воздуха через 10 °С) отмечались частые заморозки различной интенсивности в воздухе и на почве.

Так, во второй декаде апреля на юге и юго-востоке Казахстана наблюдалось резкое похолодание, заморозки в воздухе -2...-10 °С, дождь с переходом в снег, что создало малоблагоприятную агрометеорологическую обстановку для сева яровых зерновых культур, угрозу повреждения сельскохозяйственных растений, сеяных трав, плодовых деревьев и пастбищной растительности. В Шуйском районе Жамбылской области заморозки на почве до -8 °С вызвали повреждение листьев ярового ячменя в фазе «кущение» на 5 % площади поля.

В Тюлькубасском районе Южно-Казахстанской области заморозки на почве в этот период до -5 °С также вызвали повреждение листьев ярового ячменя (11...20 % органов растений на 80 % площади поля).

Дождь с переходом в снег и понижение температуры воздуха в ночные часы до заморозков на юге и юго-востоке Казахстана также были малоблагоприятны для развития плодовых культур. У яблони, вишни и абрикоса в основном наблюдалась фаза «цветение», кое-где продолжалось обособление бутонов. У шелковицы наблюдалось разворачивание 5-го листа, в отдельных садах началось цветение. В Тюлькубасском районе Южно-Казахстанской области у цветущей шелковицы было отмечено повреждение заморозком 81...100 % цветков. В Уйгурском районе Алматинской области у абрикоса заморозками было повреждено 11...20 % бутонов и цветов, также вымерзли пестики. В Сарысуйском районе Жамбылской области у яблони наблюдалось повреждение бутонов, цветов и пестиков. В Панфиловском районе Алматинской области усиление ветра до 20 м/с в течение трех суток вызвало сильное повреждение плодовых деревьев –

были порваны листья, сбиты бутоны, цветы и незрелые плоды, поломаны ветви на 90 % площади наблюдаемого сада.

В Каратальском районе Алматинской области во второй декаде апреля заморозки на почве до $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ вызвали повреждение около 70 % растений на пастбищах.

На западе республики в середине апреля у большинства древесных культур наблюдалось разворачивание первых листьев, у некоторых – цветение, в отдельных районах у березы и клена только началось сокодвижение. Состояние древесных культур было в основном хорошее. Однако, в ряде районов Актюбинской области у древесных отмечалось повреждение листьев заморозками в воздухе ($-7\dots-11\text{ }^{\circ}\text{C}$).

В отдельных районах юго-востока республики слабые заморозки на почве и в воздухе ($0\dots-2\text{ }^{\circ}\text{C}$) наблюдались до середины мая. Однако такие заморозки являются не опасными для сельскохозяйственных культур.

По всей территории Казахстана последние слабые заморозки на почве и в воздухе были отмечены в конце мая – начале июня. Повреждения сельскохозяйственных культур отмечено не было.

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ осенью 2008 г. наступил около среднесезонных сроков, в южных регионах страны в конце октября, что позже обычного на 1...3 декады).

Наблюдавшиеся на севере республики во второй половине сентября заморозки в воздухе и на почве в течение 1...5, местами 7 суток интенсивностью $-2\dots-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ создавали малоблагоприятные условия для просыхания зерна, увеличивая влажность зерна и соломы, что соответственно осложняло уборку яровых зерновых культур и ухудшало качество урожая. В отдельных пастбищных районах Северо-Казахстанской области часть растений была повреждена заморозками на почве интенсивностью $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В южных регионах Казахстана первые осенние заморозки в воздухе и на почве наблюдались в конце сентября – середине октября, в обычные сроки. Интенсивность их составляла $0\dots-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такие заморозки в целом не опасны для сельскохозяйственных культур. Лишь в Каратальском районе Алматинской области в середине сентября заморозком на почве (до $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$) была повреждена часть пастбищной растительности.

В 2008 г. устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, характеризующий наступление летнего сезона, наступил в основном в сроки близкие к многолетним, лишь на юге, юго-востоке и

юго-западе республики он отмечался в конце марта – начале апреля, что несколько раньше среднемноголетних дат.

Лето 2008 г. было жарким и сухим. На преобладающей территории республики наиболее жаркими были конец июля и середина августа, когда аномалии температуры воздуха почти повсеместно достигали +3...+7 °С. Наиболее засушливым был август. Недобор осадков и повышенный температурный фон в отдельные периоды летней вегетации растений приводили к возникновению атмосферной засухи.

В Западно-Казахстанской области атмосферная засуха отмечалась в периоды с апреля до конца мая и с июля до конца августа, когда максимальная температура воздуха повышалась до +31...+40 °С и выше. Сумма осадков за декаду в течение рассматриваемых периодов не превышала 0...7 мм. В некоторых районах Актюбинской области максимальная температура воздуха в течение десяти – одиннадцати декад (с 3-й декады мая по 1-ю декаду сентября) повышалась до +32...+40 °С и наблюдался недобор осадков (0...8 мм за декаду). Наиболее подвержены атмосферной засухе были южные пастбищные районы области, где засушливая обстановка наблюдалась с середины апреля по середину сентября.

На большей части Восточного Казахстана повышение температуры воздуха до +31 °С и выше, сопровождавшееся длительным периодом без дождей (с первой декады мая по первую декаду июля и с первой декады августа по 2 декаду сентября), привело к возникновению атмосферной засухи.

В большинстве районов Карагандинской области атмосферная засуха отмечалась с первой декады августа по вторую декаду сентября, когда температура воздуха повышалась до +31...+41 °С и выше при отсутствии эффективных осадков (более 5 мм в сутки). В ряде южных районов области атмосферная засуха отмечалась в течение 10...12 декад подряд (с мая по сентябрь).

Летом атмосферной засухе были подвержены и некоторые районы северных областей республики. Так в большинстве районов Акмолинской, Костанайской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областей засушливая обстановка отмечалась с конца июля до начала сентября, когда температура воздуха повышалась до +30...+37 °С и сумма выпавших за декаду осадков не превышала 0...6 мм, что значительно меньше нормы. Летняя засуха обычно оказывает значительно большее отрицательное воздействие на растения, чем весенняя и осенняя, т.к. наблюдается в период формирования урожая сельскохозяйственных

культур. Она снижает накопление вегетативной массы, обуславливает засыхание листьев, снижает фотосинтетическую деятельность растений, вызывает череззерницу, пустоколосицу, щуплость зерна и т.п. Из-за атмосферной и почвенной засухи посевы яровых зерновых культур сформировались низкорослые и изреженные.

Наиболее неблагоприятная обстановка отмечалась на юге и юго-востоке Казахстана, где атмосферная засуха в большинстве районов наблюдалась в течение почти всего вегетационного периода. Недобор существенных осадков здесь наблюдался в течение 12...17 декад подряд.

В 2008 г. на преобладающей территории Казахстана в начале периода вегетации растений сохранялись в основном достаточные запасы продуктивной влаги. Однако результаты весеннего инструментального определения влагозапасов почвы показали иссушение почвы до полуметрового слоя. Это отмечалось на наблюдаемых полях в Сарыкольском, Карабалыкском и Аулиекольском районах Костанайской области, в Железинском районе Павлодарской области, в Целинном районе Северо-Казахстанской области. Наиболее неблагоприятные условия влажности почвы отмечались на полях Джаныбекского, Таскалинского районов Западно-Казахстанской области, Хромтауского, Каргалинского и Алгинского районов Актыубинской области, Тарановского и Денисовского районов Костанайской области, Тимирязевского, Жумабаевского и Тайыншинского районов Северо-Казахстанской области, Шарбактинского района Павлодарской области, Катонкарагайского, Бородулихинского и Уржарского районов Восточно-Казахстанской области. Здесь наблюдалось иссушение почвы на глубину до одного метра. Влагозапасы метрового слоя почвы здесь колебались от 30 до 133 мм, что ниже нормы. Из-за установления жаркой погоды и длительного бездождья, местами сильного ветра, в разные периоды вегетации растений, накопленные запасы влаги в почве значительно снижались, что вызывало развитие почвенной засухи в ряде районов Казахстана.

Наиболее подвержены действию почвенной засухи были пустынные районы юга и запада Казахстана, где запасы влаги в верхнем (0...20 см) слое почвы в течение почти всего периода вегетации растений были меньше нормы и составляли всего 0...5 мм.

Почвенной засухой в течение вегетационного периода были охвачены не только пустынные, но и ряд основных зерносеющих районов республики. Так, в Актогайском, Железинском, Ертиском, Кашырском, Пав-

лодарском, Шарбактинском, Успенском районах Павлодарской области, Карабалыкском, Денисовском, Тарановском, Аулиекольском, Карасуском районах Костанайской области, Есильском, Тимирязевском, Тайыншинском, Айыртауском районах Северо-Казахстанской области, Аршалинском, Сандыктауском, Астраханском, Шортандинском и Егиндыкольском районах Акмолинской области, Бухаржирауском и Нуринском районах Карагандинской области запасы почвенной влаги со второй декады июня по третью декаду августа (местами по вторую декаду сентября) были меньше нормы и не превышали 10 мм в верхнем пахотном слое почвы.

На востоке Казахстана почвенная засуха в ряде районов (Бородулинский, Катонкарагайский, Шемонаихинский, Кокпектинский, Уржарский) отмечалась с третьей декады апреля по первую декаду октября. Яровые зерновые культуры здесь сформировались низкорослые и изреженные, на посевах отмечалась большая шуплость зерна. У подсолнечника отмечалось слабое формирование корзинок. В Катонкарагайском районе часть посевов яровой пшеницы и подсолнечника из-за засухи вообще не дали всходов.

В ряде районов западных областей Казахстана (Уральский, Таскалинский, Чингирлауский, Теректинский, Зеленовский) дефицит почвенной влаги наблюдался со второй декады июня по третью декаду июля. Здесь в пахотном слое почвы содержалось всего 2...6 мм влаги, в метровом – 6...48 мм, что значительно меньше нормы. По данным М Каменка и АМП Федоровка под яровой пшеницей в пахотном слое почвы запасы влаги составили 0 мм. В Актюбинской области часть районов была подвержена почвенной засухе с первой декады августа по первую декаду октября.

Наиболее неблагоприятная агрометеорологическая обстановка наблюдалась на юге и юго-востоке Казахстана, где почвенной засухой было охвачено большинство районов. Низкие запасы почвенной влаги (как верхнего, так и метрового слоев почвы) здесь отмечались с первой декады апреля по вторую декаду сентября, местами низкая влагообеспеченность растений наблюдалась до середины октября. Посевы озимых и яровых зерновых культур здесь на неорошаемых участках сформировались изреженные и низкорослые. Около 50 % посевов зерновых колосовых не подлежали уборке и остались на полях из-за крайней низкорослости. Поля с неубранными зерновыми культурами перепаживались. Многие хозяйства, пострадавшие от засухи, отказались от сева озимых зерновых культур осенью 2008 г.

В 2008 г. в Южно-Казахстанской области наблюдалась большая нехватка поливной воды, что на фоне высоких температура воздуха

(+40...+47 °С) привело к снижению урожайности почти всех посевных культур. Особую нехватку поливной воды испытывали хлопководческие хозяйства, что также значительно снизило урожай. Вода по каналу «Дос-тык» начала поступать хлопкоробам только 15...20 дней спустя положенного поливного срока и в недостаточном объеме. Из-за нехватки поливной воды сахарная свекла, кукуруза и масличные культуры также находились в угнетенном состоянии, около 25...40 % площадей не подлежали сбору.

На юге и юго-востоке республики из-за атмосферной и почвенной засухи отмечался дефицит кормов, травостой сформировался низкорослый и скудный. Отрастание отавы на скошенных участках было слабое.

Отрицательное действие осенней засухи испытывают главным образом озимые зерновые культуры. Сухость верхних слоев почвы обуславливает длительное нахождение семян непроросшими, всходы обычно появляются с опозданием. Осенью 2008 года в большинстве районов юга и юго-востока Казахстана сев озимых зерновых культур из-за низких запасов влаги в почве проходил с опозданием. Лишь прошедшие в конце сентября осадки несколько улучшили обстановку и хозяйства приступили к предпосевной обработке полей и севу озимых зерновых культур. В октябре и начале ноября обильные осадки (от 1,5 до 3,5 декадных норм) значительно пополнили влагозапасы почвы, что улучшило развитие озимой пшеницы и ячменя на уже засеянных участках. Посевная кампания 2008 г. на юге и юго-востоке Казахстана длилась в течение 4...5 декад. Массовый сев был проведен в период с 3-й декады октября по 1-ю декаду ноября, что позже обычного. Из-за поздних сроков сева посеы озимых зерновых культур почти повсеместно «ушли» в зиму недостаточно развитыми и окрепшими.

Высокие дневные температуры воздуха, усиление ветра, дефицит осадков и низкая относительная влажность воздуха вызывают образование суховея (сухого ветра). Интенсивность суховея определяется сухостью и температурой воздуха, а также скоростью движения суховеяного потока. Наиболее опасны суховеи в период от цветения до созревания зерновых культур, так как могут вызвать засыхание зерна, формирование которого еще не закончилось. При недостатке влаги в почве суховеи вызывают прекращение роста, потерю тургора и засыхание растений.

Летом 2008 г. наиболее подвержены суховеям были в основном пустынные районы запада, юга, юго-востока и юго-запада Казахстана, где относительная влажность воздуха понижалась до 30 % и менее, почти ежедневно в течение двух и более декад (конец июля – середина августа).

Максимальная скорость ветра в этих районах достигала 10...20 м/с, местами до 25 м/с при максимальной температуре воздуха выше +30 °С.

В середине августа действию суховеев были подвержены и некоторые зерносеющие районы юга Казахстана. Так, в Казыгуртском, Сайрамском и Тюлькубасском районах Южно-Казахстанской области и Шиелинском районе Кызылординской области относительная влажность воздуха была в пределах 23...26 % при максимальной температуре воздуха около +34...+37 °С и скорости ветра 11...20 м/с в течение 2...6 суток подряд.

В зерносеющих районах севера, востока и центра Казахстана суховеев летом 2008 г. не наблюдалось.

Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

**2008 ЖЫЛДАҒЫ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАНЫҢ
АУМАҒЫНДАҒЫ КҮТПЕГЕН АПАТ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРЫ**

Т.В. Худякова
О.С. Голояд
Т.Л. Жданова
Т.И. Криворучко
Н.В. Молчанова
В.В. Жданов
Л.М. Соколова
И.П. Дерюгина
С.Л. Аманкулова

Шолуда күтпеген апат метеорологиялы құбылыстар туралы мәлімет келтірілген және олардың пайда болу себепші болған синоптикалық процесстердің қысқаша мінездемесі. Бұдан басқалар, Қазақстанның аумақ байқалған күтпеген апат гидрология және агрометеорологиялы құбылыстардың шолулары орналастырған.

УДК 621.577

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОНАСОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Канд. техн. наук А.Ш. Алимгазин

Канд. геогр. наук И.Б. Есеркепова

С.Г. Бахтиярова

Рассмотрены вопросы разработки и внедрения энергосберегающих теплонасосных технологий с использованием возобновляемых и альтернативных источников энергии в системах энергообеспечения различных объектов в Республике Казахстан. Исследованы основные источники низкопотенциальной теплоты, которые возможно использовать в тепловых насосах для повышения энергоэффективности коммунального теплоснабжения и снижения выбросов парниковых газов в окружающую среду.

В настоящее время в связи с реализацией «Комплексного плана энергосбережения на 2009...2010 гг.(1 этап)», утвержденного Постановлением Правительства РК от 26 февраля 2009 года за №221, важным приоритетом является снижение удельных затрат на производство и использование энергоресурсов за счет внедрения энергосберегающих технологий и оборудования, позволяющих использовать нетрадиционные возобновляемые источники энергии (ВИЭ) [1, 7].

Одним из перспективных путей решения данной проблемы, является внедрение новых энерго-ресурсосберегающих технологий. Они позволяют использовать нетрадиционные (сбросная теплота технологических процессов промышленных предприятий, канализационно-очистных сооружений, обратной линии тепловых сетей, шахтные воды и т.д.) и возобновляемые источники энергии (теплота грунтов, грунтовых вод и водоемов и т. д.) с помощью теплонасосных установок (ТНУ) [9, 10, 13]. ТНУ – единственные установки, которые производят тепловой энергии в 3...7 раз больше, чем потребляют электрической и поэтому считаются наиболее эффективными источниками высокопотенциальной теплоты.

В последние годы ТОО «Научно-производственная фирма КазЭко-Терм» в рамках совместной работы с другими заинтересованными организациями, в том числе и с МООС, проводит значительные работы по внедрению в различных климатических регионах страны новые, экологически чистые, энергосберегающие теплонасосные технологии теплоснабжения. Применение тепловых насосов в системах отопления, горячего водоснабжения (ГВС) и кондиционирования воздуха отдельных зданий и сооружений, при коэффициенте преобразования от трех и выше, обеспечивает:

- экономию топлива до 60...80 % по сравнению со сжиганием его в мелких отопительных котельных и индивидуальных тепловых установках;
- существенное улучшение экономических и экологических характеристик производства тепловой энергии.

Таблица

Сравнение ТНУ с традиционными теплоисточниками по себестоимости тепловой энергии и срокам окупаемости дополнительных капитальных затрат

Вид теплоисточника	Себестоимость тепловой энергии ТНУ	Сроки окупаемости ТНУ
Электрокотельные	ниже в 4...5 раз	1...2 года
Угольные котельные	ниже в 1,8...2,1 раза	2,5...3,5 года
Котельные на жидком топливе	ниже в 3...5 раза	2...3 года
Газовые котельные	ниже в 1,5...2,5 раза	2..3 года

ТНУ могут применяться практически

- в любой отрасли промышленности, где имеются в качестве потенциального источника теплоты отходящие газы и вода технологических процессов, промышленные и очищенные бытовые стоки (металлургия, машиностроение, топливно-энергетический комплекс и т.п.), а так же теплота наружного или удаляемого из здания воздуха, теплота грунта, геотермальных, грунтовых и артезианских вод и т.п.;
- в сельском хозяйстве для переработки продуктов питания (молоко, сыры, консервы и т.д.);
- как альтернативный источник теплоты в системе отопления и ГВС жилых, гражданских и производственных зданий.

Основными потенциальными потребителями продукции являются [3]:

- объекты жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) городов;
- организации бюджетной сферы (детские сады, предприятия соцбыт-культы, школы, колледжи, ВУЗы, административные здания), которые выделяют значительные средства за надежную и бесперебойную подачу тепловой энергии в виде тепла и горячей воды к этим объектам;

- многие фермерские хозяйства в различных регионах страны, коттеджи в сельской местности, удаленные от магистралей централизованного теплоснабжения, где в качестве автономных источников теплоты применяются котельные на жидком и газообразном топливе, электродкотельные и т.д.

К настоящему времени в Республике Казахстан группой компаний внедрены свыше *60 пилотных объектов* в различных климатических регионах (АО «Казцинк», Черемшанская птицефабрика ВКО, ГУ «Восточно-Казахстанская областная специальная школа-интернат для детей-сирот», КХ «Багратион-2» (с. Привольное ВКО), производственный корпус АО «Парк ядерных технологий» (г. Курчатова), здание Бизнес-центра «Визит» (г. Щучинск), мечеть (с. Аккуль Акмолинской области), жилые коттеджи, фермерские хозяйства, административные здания). Все они оснащены ТНУ различной мощности (от 5 кВт до 3 000 кВт) [3, 4, 6].

В 2008...2009 гг. ТОО «НПФ КазЭкоТерм» разработало нормативные документы – «Руководство по применению теплонасосных установок с использованием нетрадиционных возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов». Они утверждены НТС Агентства РК по делам строительства и ЖКХ от 4.11.2009 г., получены 5 инновационных патентов РК и положительных решений на применение ТНУ с различными источниками теплоты [5, 11]. С учетом вышеизложенного, хотелось бы отметить **перспективность и важность внедрения этих инновационных экологически чистых технологий** для теплоснабжения объектов ЖКХ, бюджетной сферы, административно-производственных зданий и т.д. Тем более, что в ряде регионов (г. Астана, Акмолинская, Павлодарская области, ВКО, СКО) при реализации региональных энергосберегающих Программ на 2009...2010 годы предусмотрено бюджетное финансирование применения этих технологий.

В настоящее время коллективом ТОО «НПФ КазЭкоТерм» совместно с российскими коллегами (ЗАО «Энергия», г. Новосибирск) разработаны уникальные технологии, позволяющие подавать в теплонасосную систему теплоснабжения объектов теплоноситель с температурой до 80 °С, что позволяет эффективно использовать их в суровых климатических условиях Республики Казахстан.

Рассмотрим **основные, на наш взгляд, перспективные источники низкопотенциальной теплоты**, которые возможно использовать в ТНУ.

Сбросная теплота канализационно-очистных сооружений городов и крупных населенных пунктов. Как показывают исследования,

температура сточных канализационных вод составляет 20...30 °С и изменяется в малых пределах в течение года. При использовании ТНУ, даже при температуре канализационных стоков 18...22 °С, затрачивая 1 кВт·ч электрической энергии, можно получить 5...6 кВт·ч утилизированной тепловой энергии. Практический многолетний опыт внедрения технологии утилизации загрязненных хозяйственных стоков в ряде регионов России (г. Зеленоград Московской обл., г. Новосибирск, г. Томск, г. Пермь и др.) показывает, что, при сложившихся на рынке ценах на тепловую и электрическую энергию, себестоимость 1 Гкал тепла выработанного тепловым насосом ниже стоимости централизованного теплоснабжения в 2,5 раза и в 4 раза ниже, по сравнению с электрическим отоплением, в 2,4 раза меньше, чем при использовании мазутной котельной (табл.).

В Казахстане с 2005 г. начаты работы по использованию сбросной теплоты канализационно-очистных сооружений (КОС) городов, оборотной воды технологических процессов промышленных предприятий. Разработаны и разрабатываются ТЭО по использованию теплоты как очищенных, так и неочищенных сточных вод КОС ряда городов страны, оборотной воды промышленных предприятий (АО «Экибастузская ГРЭС-2», кислородной станции №2 АО «АрселорМитталТемиртау», ТЭЦ-2 АО «СевКазЭнергоПетропавловск» и др.).

Проведенные в 2009 г. исследования показали, что предприятия г. Темиртау после очистных сооружений сбрасывается в р. Нура около 108 тыс. м³/сут сточных вод с температурой 15...22 °С, которые можно использовать с помощью ТНУ как для отопления административно-производственных зданий очистных сооружений, так и для теплоснабжения жилищно-коммунального сектора близлежащих (2...2,5 км) районов города, испытывающих перебои с подачей тепла [2].

Очень актуальным и перспективным для ЖКХ г. Астаны является проект, связанный с использованием сбросной теплоты очистных сооружений столицы [6]. Ежедневно через канализационно-очистную станцию г. Астаны (данные АО «АстанаСуАрнасы») проходит до 110 тыс. м³/сут сбросных вод, со средней температурой 15...20 °С при среднегодовой порядка 23 °С, которые реально можно использовать с помощью ТНУ. В настоящее время себестоимость 1 Гкал тепловой энергии, вырабатываемой автономной котельной КОС г. Астаны, составляет около 32 000 тн/Гкал. В то же время, согласно проведенным исследованиям, внедрение теплонасосной технологии на КОС позволит снизить этот показатель до

750...800 тн/Гкал, что даст значительную экономию предприятию и позволит обеспечить дополнительным теплом новые микрорайоны г. Астаны.

Сбросная теплота оборотного цикла технического водоснабжения промышленных предприятий, шахтных вод. Перспективным для теплоснабжения различных строящихся объектов г. Астаны является использование теплоты сбросной циркуляционной воды ТЭЦ-2 [6]. Параметры сбросной воды, идущей на градирни ТЭЦ-2: температура 20...32 °С; объем до 32 000 м³/ч.

Использование такого большого потенциала теплоты с применением ТНУ позволит, по предварительным оценкам казахстанских и китайских специалистов, получить дополнительно до 30 % существующей тепловой мощности станции. Аналогичные перспективные схемы можно реализовать практически во всех крупных городах страны.

Теплота обратной линии тепловых сетей. Еще одним перспективным направлением является предлагаемая к реализации концепция смешанного теплоснабжения: комбинация традиционного централизованного и локального теплонасосного, с использованием обратной линии тепловых сетей в качестве низкопотенциального источника теплоты. В этом случае охлажденный теплоноситель, отводимый от отдельных зданий, целесообразно применять в качестве низкопотенциального источника теплоты для отопления либо этих же, либо соседних зданий. При этом отпадает необходимость прокладки протяженных тепловодов. Температура теплоносителя достаточно высокая, чтобы обеспечить превосходство локально-децентрализованной системы по сравнению с традиционной централизованной. Еще большие выгоды сулит применение теплонасосных систем, включаемых в систему теплоснабжения районных котельных. При этом капитальные затраты на соответствующую модернизацию существующих систем теплоснабжения минимальны.

Предлагаемое направление в коммунальной энергетике, связанное с децентрализацией теплоснабжения, причем с сохранением существующей ТЭЦ и преимуществ комбинированной выработки тепловой и электрической энергии на крупных ТЭС, позволяет существенно сократить непроизводительные потери теплоты при транспортировке теплоносителя с высокой температурой. Локальные же теплонасосные системы отопления зданий, в свою очередь, использующие в качестве источника теплоту воды существующей теплоцентрали, обеспечивают высокую гибкость теплоснабжения, свойственную автономным системам. Такие смешанные системы являются весьма перспективными.

За счет ТНУ, использующих низкопотенциальную теплоту обратной сетевой воды, можно снизить влияние негативных факторов и повысить эффективность обеспечения пиковой тепловой мощности (ПТМ) на ТЭЦ. За счёт дополнительного охлаждения обратной сетевой воды в ТНУ более полностью используется энтальпия теплоносителя, возрастает экономичность теплоснабжения за счёт увеличения выработки электроэнергии на тепловом потреблении при понижении температуры обратной сетевой воды. Так, при снижении температуры обратной сетевой воды на 1 °С выработка электроэнергии на тепловом потреблении увеличивается в среднем на 2...2,5 %.

Теплота грунтов, подземных грунтовых вод, теплота близлежащих естественных водоемов. Данный вид низкопотенциальных источников теплоты, который широко применяется в мировой практике градостроительства с использованием ТНУ, также очень перспективен для городов и населенных пунктов Казахстана [4, 6, 9, 10, 11, 13]. В каждом конкретном случае применение ТНУ определяется местными гидрогеологическими особенностями (наличием необходимого дебета грунтовых вод, типами грунтов и т.д.).

Перспективы применения ТНУ для объектов ЖКХ и бюджетной сферы в различных климатических регионах Республики Казахстан. Проведенный анализ рынка потенциальных потребителей Акмолинской, Северо-Казахстанской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской областей показал, что отопительный сезон 2009...2010 года, с его необычайно сильными и затяжными морозами, продемонстрировал уязвимость системы коммунального теплоснабжения в ряде городов и крупных населенных пунктов. В силу вышеуказанных причин температура в жилых помещениях опускалась до 12...17 °С, что не соответствует нормам СНиП и не обеспечивает комфортных условий проживания населения. Подавляющее большинство отапливаемых объектов Иртышского макрорегиона получают тепловую энергию от котельных, работающих на твердом топливе, значительная часть из которых отработала нормативный срок службы, требует капитального ремонта или замены оборудования, причем ежегодные затраты на обслуживание котельных на твердом топливе растут. Поэтому на текущий момент в городах Семипалатинск, Курчатов, Усть-Каменогорск и других населенных пунктах Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей остро стоит вопрос модернизации системы отопления. Тем более, что опыт применения тепловых насосов в г. Курчатове уже есть. Летом 2009 г. в эксплуатацию запущены 2 ТНУ типа GSHP для

отопления нового производственного корпуса АО «Парк ядерных технологий» площадью 7000 м². В качестве источника теплоты использованы грунтовые воды. Создана инженерная система подающих и сбросных скважин, обеспечивающая надежную работу агрегатов, которые хорошо зарекомендовали себя в отопительный сезон 2009...2010 года.

В январе 2010 г. сотрудниками ТОО «НПФ КазЭкоТерм» проведено изучение технических условий и возможностей внедрения ТНУ в г. Курчатове на объектах ЖКХ и в административных зданиях. Из анализа представленных материалов наиболее целесообразным является вариант использования в качестве пилотных объекты ЖКХ, подключенные к котельной №5, для обеспечения поквартального теплоснабжения этих объектов ТНУ. В ближайшие годы (2010...2012 гг.) возможен поэтапный перевод всей системы ЖКХ г. Курчатова на энергосберегающий, экологически чистый вид отопления и полный отказ от 5 существующих котельных на твердом топливе. Это даст существенную ежегодную экономию бюджетных средств, идущих на закупку топлива, ремонт и модернизацию котельного оборудования и тепловых сетей и т.д., значительно улучшит экологическую обстановку в городе. В дальнейшем этот опыт должен быть реплицирован на другие проблемные города и населенные пункты страны, в первую очередь – г. Семипалатинск, что позволит отказаться от проекта строительства в этом городе новой ТЭЦ с огромными затратами бюджетных средств.

Особенно хотелось отметить важность решения проблем с коммунальной энергетикой в курортной Щучинско-Боровской зоне, где помимо 12 угольных котельных, обеспечивающих теплом г. Щучинск и п. Бурабай, строится много автономных котельных на дизельном и твердом топливе. Это сильно ухудшает экологическую обстановку в регионе и наносит непоправимый ущерб окружающей среде.

В связи с ратификацией Казахстаном Киотского Протокола, внедрение ТНУ будет служить дополнительным стимулом к повышению авторитета страны на международной арене, а также получению дополнительных экономических выгод за счет продажи квот [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимгазин А.Ш. Внедрение новых энергосберегающих теплонасосных технологий с использованием альтернативных источников энергии для автономного энергообеспечения жилых, административных и производственных зданий в Республике Казахстан: В кн.: Материалы науч-

- но-практической конференции «Политика энергосбережения в Республике Казахстан». – Астана: 2008. – С. 106-111.
2. Алимгазин А.Ш. Оценка возможностей использования низкопотенциальной сбросной теплоты АО «АрселорМитталТемиртау» для теплоснабжения объектов в г. Темиртау.: Материалы Республиканской НТК КазГАТУ им. С. Сейфуллина «Сейфуллинские чтения - 4» – Т. 3. – С. 3.
 3. Алимгазин А.Ш. Применение новых экологически чистых и энергосберегающих теплонасосных технологий для теплоснабжения объектов бюджетной сферы в г. Астане и других климатических регионах Республики Казахстан. // Вестник Национальной Академии Наук Республики Казахстан. – 2009. – №4. – С. 28-31.
 4. Алимгазин А.Ш. Применение новых экологически чистых энергосберегающих технологий в системах теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий в различных климатических регионах Республики Казахстан: В кн.: Парламентские слушания «Экологические, экономические и политические аспекты ратификации Республикой Казахстан Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата». – Астана.: – 2006. – С. 186-197.
 5. Алимгазин А.Ш., Бахтиярова С.Г., Тяп Р.Н., Алимгазинов Д.Ш. Инновационный патент «Теплонасосная установка для отопления и горячего водоснабжения». – РГКП «Национальный центр интеллектуальной собственности Министерства юстиции РК», заявка № 2008/0224.1 от 23 июня 2008 г.
 6. Алимгазин А.Ш., Шукралиев М.А., Бахтиярова С.Г. Применение новых экологически чистых и энергосберегающих теплонасосных технологий для теплоснабжения объектов бюджетной сферы в г. Астане и Акмолинской области.: Материалы Республиканской НТК КазГАТУ им. С. Сейфуллина «Сейфуллинские чтения - 4» – Т. 3. – С. 4.
 7. Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» (№165-IV от 4 июля 2009 г.).
 8. Закон Республики Казахстан «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» (№ 144-IV от 26 марта 2009 г.).
 9. Обзор рынка тепловых насосов в Швеции, Финляндии // АВОК. – 2002. – №1. – С. 40-41.
 10. Петин Ю.М. Опыт десятилетия производства тепловых насосов в ЗАО «Энергия» // Энергетическая политика. – 2001. – Вып. 3. – С. 28-33.

11. Постановление НТС Агентства Республики Казахстан по делам строительства и ЖКХ от 4.11.2009 г. № 11-1.
12. Региональный комплексный план по энергосбережению и использованию возобновляемых источников энергии, вторичных энергетических ресурсов на 2009-2010 годы города Астаны (1 этап). – Утвержден Постановлением акима г. Астаны от 30 сентября 2009 г. №28-894п
13. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы: Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.

ТОО «Научно-производственная фирма КазЭкоТерм», г. Усть-Каменогорск
КазНИИЭК, г. Алматы

**ЖЫЛУ АЙДАҒЫШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ҚОЛДАНУЫ БАР
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАНЫҢ ОБЪЕКТТЕРІНІҢ ЖЫЛУМЕН
ЖАБДЫҚТАУЫНА КӨЗ ЭНЕРГИЯ ҚАЙТА БАСТАЛАТЫН
ҚОЛДАНУ ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС**

Техн. ғылымд. канд.	А.Ш. Алимгазин
Геогр. ғылымд. канд.	И.Б. Есеркепова
	С.Г. Бахтиярова

Қолдануы бар және Қазақстан Республикадағы әр түрлі объектілердің энергия қамтамасыз етуі жүйелеріндегі талғаулы көз энергия қайта басталатын энергия сақта жылу айдағыш технологияларының енгізуін өңдеуінің сұрақтары қарап шыққан. Негізгі көздер төмен потенциалдық жылулықтар зерттеген, қай жоғарылатуға арналған жылулық үрлегіштерде энергия қолдануға болуы мүмкін – қоршаған ортаға коммуналдық жылумен жабдықтауды тиімділік және парникте өскен газдардың лақтыруларын төмендету.

УДК 550.361.

**ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ РОССИИ И ИХ
КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Канд. физ.-мат. наук В.Б. Свалова

Геотермальные ресурсы являются важнейшим источником развития энергетики, редкометальной и химической промышленности, санаторно-бальнеологического и агропромышленного комплексов. Россия обладает огромными запасами гидрогеотермальных, т.е. аккумулированных в подземных водах, и петротермальных, аккумулированных в горных породах, ресурсов. В то же время в России они используются далеко недостаточно. Быстрый рост энергопотребления, ограниченность и удорожание ресурсов невозобновляемого топлива, обострение экологических проблем заставляют мировую экономику широко использовать альтернативные источники энергии.

Использование внутреннего тепла Земли насчитывает много столетий. Сначала оно применялось в бытовых и лечебных целях в местах наиболее активного проявления глубинной геотермальной активности, а затем уже в 20 веке использование геотермальной энергии приобрело широкие промышленные масштабы [15, 16]. Во многих развитых странах геотермальные ресурсы стали основой для развития высокотехнологичных отраслей индустрии. В июле 2004 года исполнилось сто лет геотермальной энергетике. 4 июля 1904 года в Лардерелло, Италия, Пьеро Джинори Конти (Prince Piero Ginori Conti (1865...1939 гг.)) провел первый в мире эксперимент по производству электроэнергии из геотермального пара (Рис. 1). А через 9 лет, в 1913 году в Италии в Лардерелло была пущена в промышленную эксплуатацию первая геотермальная электрическая станция мощностью 250 кВт, действующая до сих пор (Рис. 2).

В 2004 году отмечалось также 50-летие Российской геотермальной энергетике. 15 марта 1954 года Президиум Академии Наук СССР принял решение создать Лабораторию по исследованию геотермальных ресурсов в Петропавловске-Камчатском. А уже в 1966 г. на Камчатке была построена и пущена в эксплуатацию первая геотермальная электрическая станция на реке Паужетка мощностью 5 МВт с традиционным циклом. К 1980 г. мощность Паужетской ГеоЭС была доведена до 11 МВт, а затем до 14,5 МВт. Станция и

сейчас продолжает успешно работать. В 1967 году заработала Паратунская ГеоЭС, построенная на основе разработанной и запатентованной С. Кутателадзе и Л. Розенфельдом уникальной технологии бинарного цикла. Этот патент был тогда куплен у СССР многими странами. Особенно преуспели в развитии этой технологии в Израиле, куда позже эмигрировала группа советских специалистов и основала компанию «Ормат».



Рис. 1. Устройство по производству электроэнергии из геотермального пара, и его изобретатель П.Д. Конти.



Рис. 2. Геотермальная электростанция в Лардерелло, Италия (Фото автора).

Низкие цены на углеводородное сырье в 70-е годы и кризис 90-х долго затормозили развитие геотермальной энергетики в России. Однако, нынешние высокие цены на нефть и газ требуют незамедлительного развития альтернативной энергетики. Во-первых, невозобновляемые ресурсы быстро истощаются, особенно при нынешнем состоянии экспорта нефти и газа. Во-вторых, на внутреннем рынке цены на топливо неизбежно приближаются к мировым. Экономить энергию придется всеми возможными способами. Отягчающим обстоятельством для развития геотермальной энергетики явится также углеводородная ориентированность Российской экономики. Новые месторождения нефти и газа долго не разведывались и не осваивались, а вновь открытые в Арктике и на шельфе Дальнего Востока экономически малорентабельны. Их освоение потребует огромных затрат, а экономическая целесообразность эксплуатации сохранится только при высоком уровне цен на углеводороды. Даже небольшое снижение мировых цен на нефть и газ, потребует от России огромного напряжения для выполнения взятых на себя международных обязательств по уровню продаж. Предвидя экономические риски, правительство может еще больше сосредоточиться на углеводородном сырье. Разведка, бурение, освоение потребуют новых капиталовложений в нефтегазовый сектор, а геотермальная энергетика может опять оказаться в стороне.

Этого нельзя допустить. Создание стабильной экономики и устойчивого развития требует организации многовекторной энергетики, способной обеспечить потребности промышленности и общества на разных уровнях – глобальном, региональном, локальном. Необходимо использовать имеющийся зарубежный опыт, когда страны с развитой экономикой и недостатком сырьевых ресурсов были вынуждены развивать инновационные технологии для освоения альтернативной энергии.

Геотермальные станции на Камчатке и Курилах. Наиболее ярких успехов в развитии геотермальной энергетики Россия достигла на Камчатке. Это неудивительно, т.к. это фантастический край с уникальными природными ресурсами и необыкновенной красоты проявлениями геотермальной активности в виде вулканов, гейзеров, горячих источников. Еще со времен Степана Крашенинникова (1711...1755 гг.), участника Второй Камчатской экспедиции (1733...1743 гг.), и его «Описания земли Камчатки» (1756 г.) к этому месту приковано внимание как научной геологической общественности, так и любителей необычных природных явлений и путешествий.

Камчатская область обладает богатейшими геотермальными ресурсами, позволяющими полностью обеспечить энергетические потребности края на сто лет вперед. Наиболее перспективным является Мутновское геотермальное месторождение, разведанные запасы которого оцениваются в 300 МВт.

Новейшая история освоения Мутновского месторождения пережила несколько этапов: от геологической разведки, оценки запасов, проектирования и строительства первых геотермальных станций Паужетской и Паратунской до строительства Верхне-Мутновской и Мутновской ГеоЭС мощностью 12 и 50 МВт, соответственно. Для осуществления строительства была создана проектная компания ЗАО «Геотерм», зарегистрированная 30 августа 1994 года в Петропавловске-Камчатском. Также в строительстве принимали участие АО «Камчатскэнерго», КУГИ (Комитет по управлению городским имуществом) Камчатской области, АО «Наука». Проект осуществлялся за счет кредита Европейского Банка Реконструкции и Развития (99,9 млн. US\$), а также средств Российских инвесторов, включая РАО «ЕЭС России». В 1999 г. была пущена в эксплуатацию пилотная Верхне-Мутновская ГеоЭС. 21 декабря 2001 года был пущен первый энергоблок Мутновской ГеоЭС мощностью 25 МВт. 17 сентября 2002 г. первый энергоблок был включен в сеть, а 27 сентября 2002 года был введен в эксплуатацию второй энергоблок, что позволило довести общую мощность Мутновской ГеоЭС до 50 МВт (Рис. 3).

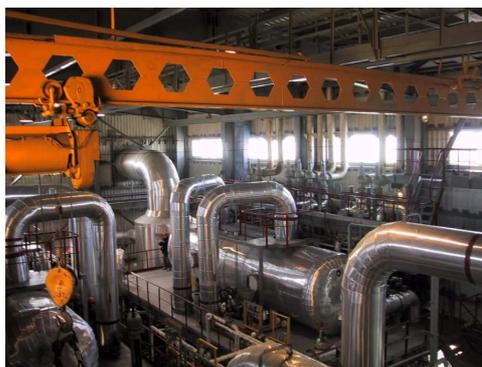


Рис. 3. Мутновская ГеоЭС. Сепараторный зал. (Фото автора).

Таким образом, общая мощность энергообъектов на Камчатке, включая Паужетскую ГеоЭС, оценивается в 76,5 МВт. Это составляет 25 % потребности региона в электроэнергии, что позволяет даже в случае прекращения поставок мазута на полуостров решить стратегическую задачу обеспечения электроэнергией жилого сектора и жизненно важных объектов.

На Курилах работают две ГеоЭС – мощностью 1,8 МВт (на о. Кунашир) и 3,6 МВт (на о. Итуруп). Таким образом, общая мощность ГеоЭС России составляет 81,9 МВт. (Табл. 1) [14].

Таблица 1
Использование геотермальных ресурсов в России для производства электроэнергии на 1 августа 2009 г.

Геотермальная станция	Год запуска	Количество блоков	Мощность, МВт (э)	Производство электроэнергии в 2008 г., ГВт час	Планируемая дополнительная мощность, МВт (э)
Камчатка					
Паужетская	1966	3	14,5	59,5	2,5
Верхне-Мутновская	1999	3	12	58,3	
Мутновская	2002	2	50	322,93	
Курилы (Кунашир)					
Менделеевская	2007	1	1,8	?	3,2
Курилы (Итуруп)					
Океанская	2007	2	3,6	?	
Всего		11	81,9	440,73	5,7

Интересно сравнить производство электроэнергии из геотермальных источников по странам (Табл. 2) [11].

Таблица 2

Производство электроэнергии из геотермальных источников в мире, [11]

Страна	2005 год		2010 год	
	мощность, МВт	энергия, ГВт·ч	мощность, МВт	энергия, ГВт·ч
Аргентина	0	0	0	0
Австралия	0,2	0,5	1,1	0,5
Австрия	1,1	3,2	1,4	3,8
Китай	28	96	24	150
Коста Рика	163	1145	166	1131
Сальвадор	151	967	204	1422
Эфиопия	7,3	0	7,3	10
Франция	15	102	16	95
Германия	0,2	1,5	6,6	50
Гватемала	33	212	52	289
Исландия	202	1483	575	4597
Индонезия	797	6085	1197	9600
Италия	791	5340	843	5520
Япония	535	3467	536	3064
Кения	129	1088	167	1430
Мексика	953	6282	958	7047
Новая Зеландия	435	2774	628	4055
Никарагуа	77	271	88	310
Папуа Новая Гвинея	6,0	17	56	450
Филиппины	1930	9253	1904	10311
Португалия	16	90	29	175
Россия	79	85	82	441
Тайланд	0,3	1,8	0,3	2,0
Турция	20	105	82	490
США	2564	16840	3093	16603
Всего	8933,1	55709	10716,7	67236,3

Геотермальные исследования в России

Систематические и целенаправленные геотермические и геотермальные научные исследования на территории нашей страны начались в середине прошлого века. Для координации этих работ в 1964 г. Отделением наук о Земле АН СССР был создан Научный Совет по геотермическим исследованиям, преобразованный затем в Научный Совет РАН по проблемам геотермии. Первым председателем Научного Совета был один из крупнейших математиков мира академик А.Н. Тихонов.

С 30-х до начала 60-х годов прошлого столетия геотермальное тепло-снабжение в СССР развивалось в основном по пути создания мелких объектов отопления, горячего водоснабжения и бальнеологии на базе термальных

вод, полученных из нефтегазовых скважин. Важной вехой в развитии геотермального производства в СССР можно считать 1964 год, когда была создана Северокавказская разведочная экспедиция по бурению и реконструкции нефтегазовых скважин для геотермального теплоснабжения. В 1966 г. в Махачкале было создано Кавказское промышленное управление по использованию глубинного тепла Земли, а в 1967 г. – аналогичное Камчатское промышленное управление в Петропавловске-Камчатском в системе Мингазпрома. Геотермические и геотермальные исследования ведутся в России более чем в 60 научных учреждениях, принадлежащих к различным ведомствам. Геотермальные ресурсы России хорошо изучены [3, 4, 12] (рис. 4).



Рис. 4. Геотермическое районирование России. а – районы пригодные для теплоснабжения зданий с помощью тепловых насосов; б – районы перспективные для «прямого» использования; с – районы современного вулканизма наиболее перспективные для «прямого» использования, выработка тепла и электроэнергии на бинарных установках, а также создание крупных ГеоЭС на парогидротермальных месторождениях. 1 – Северный Кавказ (платформенная провинция), 2 – Северный Кавказ (альпийская провинция), 3 – Западная Сибирь, 4 – Прибайкалье, 5 – Курило-Камчатский регион, 6 – Приморье, 7...8 – Охотско-Чукотский вулканический пояс.

В 1983 г. сотрудниками ВСЕГИНГЕО (Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии) при участии региональных центров был составлен «Атлас ресурсов термальных вод СССР» содержащий 17 карт. В него вошли «Карта термальных вод СССР» и «Карта потенциальных запасов термальных вод СССР» (обе в масштабе 1:10 000 000). Также представлены карты эксплуатационных запасов термальных вод основных водоносных комплексов по наиболее перспективным районам (Западная Сибирь, Предкавказье, Камчатка, Курилы) в масштабе 1:5 000 000 и 1:1,5 000 000.

В 1991 г. под редакцией Ю.Д. Дядькина была составлена в масштабе 1:10 000 000 карта петрогеотермальных ресурсов нашей страны на глубинах до 6 км. Практически везде имеются возможности для создания систем теплоснабжения с температурами 70 °С на входе и 20 °С на выходе, а примерно на 70 % территории России – с температурным режимом 90/40 °С. Потенциал такой ресурсной базы в Российской Федерации составляет $1,77 \times 10^{15}$ т у.т.

В 2000 г. вышел Геотермический атлас России (электронная версия), составленный сотрудниками Санкт-Петербургского горного института (технического университета) и ФГУП НПЦ (Федеральное государственное унитарное предприятие научно-производственный центр) «Недра» под редакцией А.А. Смыслова.

По данным ВСЕГИНГЕО и ВНИИКТЭП (Всесоюзный научно-исследовательский институт комплексных топливно-энергетических проблем) [3] на территории России разведано 47 месторождений природных теплоносителей с запасами термальных вод 242,4 тыс. м³/сут и парогидротерм 103,2 тыс. т/сут. При этом запасы утверждены лишь по 12 месторождениям термальных вод (135,4 тыс. м³/сут) и по 5 месторождениям парогидротерм (34,5 тыс. т/сут в пересчёте на пар). Это крайне мало, учитывая огромные потенциальные гидротермальные ресурсы России.

Гидротермальные ресурсы используют преимущественно для теплоснабжения и обогрева городов и населённых пунктов на Северном Кавказе и Камчатке с общим числом населения около 500 000 человек. В некоторых районах страны глубинным теплом обогреваются теплицы общей площадью около 465 000 м². Широко используются термоминеральные воды в бальнеологии и курортологии, но и здесь резервы еще очень велики.

Наиболее перспективными регионами для практического использования геотермальных ресурсов на территории России являются Северный Кавказ, Западная Сибирь, Прибайкалье, Курило-Камчатский регион, Приморье, Охотско-Чукотский вулканический пояс (Рис. 5). Практически повсеместно внутреннее тепло Земли может осваиваться с помощью тепловых насосов.

Использованием и усовершенствованием тепловых насосов для утилизации геотермальных ресурсов занимается целый ряд организаций. Пионерами использования тепловых насосов в России явились НПО «Недра» в Ярославле и Группа Компаний «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» в Москве. На тепловых насосах работают экспериментальная школа в деревне Филиппово Ярославской области, демонстрационный комплекс «Экопарк-

Фили», энергоэффективный жилой дом в Москве на улице Академика Анохина. Использование тепловых насосов в России имеет очень большие перспективы. Для сравнения приведем данные по прямому использованию геотермальных ресурсов в мире [13] (Табл. 3)

Таблица 3

Прямое использование геотермальной энергии в мире, 2010 г.

Страна	Мощность, МВт	Энергия, ТДж/год	Энергия, ГВт ч/год
Албания	11	40	11
Алжир	56	1723	479
Аргентина	307	3907	1085
Армения	1	15	4
Австралия	33	235	65
Австрия	663	3728	1036
Беларусь	3	34	9
Бельгия	118	547	152
Босния и Герцеговина	22	255	71
Бразилия	360	6622	1840
Болгария	98	1370	381
Канада	1126	8873	2465
Карибские острова	0	3	1
Чили	9	132	37
Китай	8898	75348	20932
Колумбия	14	287	80
Коста Рика	1	21	6
Хорватия	67	469	130
Чехия	152	922	256
Дания	200	2500	695
Эквадор	5	102	28
Египет	1	15	4
Сальвадор	2	40	11
Эстония	63	356	99
Эфиопия	2	42	12
Финляндия	858	8370	2325
Франция	1345	12929	3592
Грузия	25	659	183
Германия	2485	12765	3546
Греция	135	938	261
Гватемала	2	56	16
Гондурас	2	45	13
Венгрия	655	9767	2713
Исландия	1826	24361	6768
Индия	265	2545	707
Индонезия	2	43	12

Страна	Мощность, МВт	Энергия, ТДж/год	Энергия, ГВт ч/год
Иран	42	1064	296
Ирландия	153	764	212
Израиль	82	2193	609
Италия	867	9941	2762
Япония	2100	15698	4139
Иордания	153	1540	428
Кения	16	127	35
Корея (Южная)	229	1955	543
Латвия	2	32	9
Литва	48	412	114
Македония	47	601	167
Мексика	156	4023	1118
Монголия	7	213	59
Марокко	5	79	22
Непал	3	74	21
Нидерланды	1410	10699	2972
Новая Зеландия	393	9552	2654
Норвегия	3300	25200	7001
Папуа Новая Гвинея	0	1	0
Перу	2	49	14
Филиппины	3	40	11
Польша	281	1501	417
Португалия	28	386	107
Румыния	153	1265	352
Россия	308	6144	1707
Сербия	101	1410	392
Словакия	132	3067	852
Словения	104	1136	316
Южная Африка	6	115	32
Испания	141	684	190
Швеция	4460	45301	12585
Швейцария	1061	7715	2143
Таджикистан	3	55	15
Таиланд	3	79	22
Тунис	44	364	101
Турция	2084	36886	10247
Украина	11	119	33
Великобритания	187	850	236
США	12611	56552	15710
Венесуэла	1	14	4
Вьетнам	31	92	26
Йемен	1	15	4
Всего	46999	388690	118696

В области использования геотермальной энергии Россия тесно сотрудничает с Международной Геотермальной Ассоциацией (International Geothermal Association – IGA). IGA – научно-образовательная, культурная, просветительская, негосударственная, неполитическая, некоммерческая организация, координирующая деятельность по использованию геотермальных ресурсов в мире, созданная в 1989 году. IGA управляется Советом Директоров в количестве 30 человек, избираемых на конкурсной основе один раз в три года. Согласно Уставу IGA, члены Совета Директоров не могут избираться больше двух сроков подряд. В разное время членами Совета Директоров от СССР и России избирались Г.И. Буачидзе, В.И. Кононов, Ю.Д. Дядькин, В.Б. Свалова, К.О. Поваров. В качестве коллективного члена от России в IGA входила Российская Геотермальная Ассоциация, а затем Геотермальное Энергетическое Общество, созданное в 2003 г. под руководством О.А. Поварова.

Каждые пять лет IGA проводит Всемирные Геотермальные Конгрессы (World Geothermal Congress – WGC), собирающие более тысячи участников. Российские ученые бывают представлены там большими делегациями. Так WGC-1995 состоялся в Италии (Флоренция), WGC-2000 – в Японии (Хюсю-Тохоку), WGC-2005 – в Турции (Анталия). WGC-2010 состоялся 26...30 апреля в Индонезии на острове Бали и собрал более 2,5 тыс. участников. По результатам работы Конгресса была принята Бали-Декларация о развитии геотермальной энергетики в мире «Геотермальная энергия – энергия, призванная изменить мир». Текст Декларации можно найти на сайтах <http://www.wgc2010.org/> и <http://www.geothermalenergy.org/index.php>.

Успехи России в освоении тепла Земли на Камчатке придали импульс дальнейшему международному сотрудничеству в области геотермальной энергетики. В 2001...2002 гг. Всемирный Банк и Глобальный Экологический Фонд разработали стратегию развития геотермальной энергетики для стран Европы и Центральной Азии. Международная программа в рамках этой стратегии стимулировала подготовку и развитие новых проектов во многих регионах России. Было отобрано 5 первоочередных геотермальных проектов:

- 1) Камчатка: «Полное тепло- и электроснабжение Елизовского района на основе геотермальных ресурсов»;
- 2) Калининградская область: «Тепло- и электроснабжение на основе геотермальных ресурсов»;

- 3) Камчатка: «Расширение Верхне-Мутновской ГеоЭС. Создание энергоблока №4 с бинарным циклом мощностью 6,5 МВт»;
- 4) Краснодарский край: «Геотермальное теплоснабжение г. Лабинска»;
- 5) Омская область: «Полное геотермальное теплоснабжение с. Чистово Оконешниковского района».

Комплексное использование геотермальных ресурсов

Термальные воды используются для многих целей – для выработки электроэнергии, для теплофикации и хладоснабжения, для горячего водоснабжения, в земледелии, животноводстве, рыбоводстве, в пищевой, химической и нефтедобывающей промышленности, в бальнеологии и курортологии, в рекреационных целях. Термальные воды, особенно хлоридные рассолы, содержат в своем составе огромный комплекс металлических и неметаллических микрокомпонентов. Насыщенность рассолов микрокомпонентами находится в тесной зависимости как от генетической сущности самих рассолов, так и от литолого-структурных и геотермических особенностей вмещающих пород.

Термальные воды с высокой минерализацией находятся на большей территории России и СССР. Они известны почти во всех районах. Рассолы с минерализацией выше 200 г/дм³ известны в Пермской и Самарской областях, Татарии, Московской, Рязанской и других центральных областях. В Москве, например, на глубине 1650 м встречены хлоридные рассолы с минерализацией 274 г/дм³. В Западной и Восточной Сибири существуют крупные месторождения рассолов с высокой температурой. Отдельные месторождения имеют минерализацию 400...600 г/дм³. Много термальных рассолов в Средней Азии, Казахстане, на Украине, Камчатке, Курильских островах, Сахалине.

Есть химические элементы, которые возможно извлекать только из подземных вод. Так йод добывается из рассолов, т.к. йодистые соединения хорошо растворимы и в породах йод не накапливается. В больших количествах йод концентрируется морскими водорослями, но добывать эти водоросли как промышленное сырье эффективно лишь при большом их скоплении. Бром можно добывать из некоторых солей и водорослей, но традиционно бром также получают из сверхкрепких хлоридных рассолов [1].

Значительная часть месторождений термальных вод высокоминерализована и представляет собой рассолы, содержащие от 35 до 400 и более г/дм³ солей. Они являются минеральным сырьем на многие химические элементы. Многие рассолы, находящиеся на большой глубине, могут

стать месторождениями ценнейших химических элементов: цезия, бора, стронция, тантала, магния, кальция, вольфрама и др. По дешевой технологической схеме из природных растворов в основном можно извлекать йод, бром, бор, хлористые соли аммония, калия, натрия, кальция, магния. Извлечение других химических элементов затруднено из-за дороговизны технологии. Перспективным методом является использование ионообменных смол для избирательного извлечения определенных компонентов из природных вод. В основе метода лежит принцип избирательной сорбции ионов полезных элементов или их комплексов со специально введенными в раствор соединениями. В то же время в разряд актуальных проблем выдвигается задача наиболее эффективного использования природных сырьевых ресурсов, включая термоминеральные воды и рассолы. Вовлечение этих вод в хозяйственную деятельность может способствовать решению ряда социально-экономических и экологических проблем.

Работы ряда научных учреждений в России позволяют создать процессы химической переработки гидроминерального сырья и расширить сферы его хозяйственного применения. Большой объем лабораторных и натурных испытаний по извлечению ценных компонентов из термальных вод подтверждают необходимость и возможность комплексного использования этого нетрадиционного сырья.

Интерес к минерализованным водам и рассолам в качестве минерального сырья связан с рядом преимуществ этого вида сырья перед твердыми источниками рассеянных элементов, металлов и минеральных солей. Промышленные подземные воды характеризуются широким региональным распространением и большими геологическими и эксплуатационными запасами [2]. Они являются поликомпонентным сырьем и могут одновременно использоваться в бальнеологии и теплоэнергетике. Добыча этого сырья требует проведения относительно небольших капитальных работ и осуществляется скважинными водозаборами, позволяющими извлекать гидроминеральное сырье с больших глубин.

Минерализованные воды и рассолы характеризуются большим разнообразием общей минерализации, химического состава, содержания полезных компонентов и количественного их соотношения, а также газового состава и температуры. Из всего многообразия минерализованных вод к числу наиболее распространенных типов гидроминерального сырья относятся: термальные рассолы межконтинентальных рифтовых зон; термальные воды и рассолы островных дуг и областей альпийской складчатости; воды и рассолы артезианских

бассейнов; рассолы (рапа) современных эвапоритовых бассейнов морского или океанического происхождения и континентальных озер; морские воды.

Рентабельность промышленного получения тех или иных компонентов из гидроминерального сырья определяется не только их концентрацией, но и глубиной залегания подземных вод и эксплуатационных скважин, фильтрационными свойствами водовмещающих отложений, дебитами эксплуатационных запасов и т.д. На экономические показатели эксплуатации существенно влияет способ сброса отработанных вод, что определяет затраты на охрану природной среды.

Исходя из общих условий и закономерностей распространения подземных минерализованных вод и рассолов, содержащих редкие элементы, а также с учетом опыта использования таких вод в качестве гидроминерального сырья в России и за рубежом установлены следующие пределы концентраций элементов, при которых воды представляют промышленный интерес (мг/дм³): йод – 10, литий – 10, цезий – 0,5, германий – 0,5, бром – 200, рубидий – 3, стронций – 300.

Еще перед второй мировой войной за рубежом, в частности, в США, была разработана технология извлечения из гидроминерального сырья одного из его компонентов – лития. В 70-х годах около 85 % мировой добычи этого металла осуществлялось именно таким способом [5].

В Японии из термоминеральных подземных рассолов в промышленных масштабах добываются I, Br, B, Li, As, Ge, W и ряд минеральных солей, а в Израиле из рассолов Мертвого моря – карналлит, бром, хлориды магния и кальция, а также сырье для производства лекарственных препаратов и парфюмерии. В 80-е годы из гидроминерального сырья получали 30 % мировой добычи лития, 31 % – цезия, 8 % – бора, 5 % – рубидия, а также в значительных масштабах Ca, Mg, Na, K, S, Cl, U, Ra, Cu. Огромные запасы редкометального сырья заключены в минерализованных подземных водах и рассолах на территории России и СНГ – в них содержится свыше 55 % общих запасов лития, 40 % рубидия и 35 % цезия.

В зависимости от состава и свойств термальных вод можно выделить два основных направления использования геотермальных ресурсов: теплоэнергетическое и минерально-сырьевое. Теплоэнергетическое направление является основным для пресных и слабоминерализованных вод, когда ценные компоненты в промышленных концентрациях практически отсутствуют, а общая минерализация не препятствует нормальной эксплуатации системы. Минерально-сырьевое направление является основным для геотермальных вод и парогидротерм, со-

держат ценные компоненты в промышленных количествах. При этом обоснование промышленных концентраций обусловлено уровнем технологий.

Доминирующим при проектировании таких систем должен быть процесс выделения ценных компонентов. Комплексное использование термальных вод в минерально-сырьевом направлении экономически может быть значительно эффективней, чем в теплоэнергетическом. Выбор направления комплексного использования термальных вод должен определяться не только их составом и свойствами, но и уровнем развития комплексных технологических процессов добычи и переработки гидроминерального сырья и технологией теплоэнергетических процессов. Решающую роль при этом играет наличие потребителей и потребности в термальной воде [9, 10, 20-23].

Проблемы и перспективы использования геотермальных ресурсов в России

Доля нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в энергобалансе России ничтожно мала (меньше 1 %). Более интенсивное использование возобновляемых источников энергии предусмотрено в «Энергетической стратегии РФ». К 2010 году их доля должна возрасти до 3...4 % , а к 2020 году – до 6...7 %. Однако развитие альтернативной энергетики зависит от того, будет ли государство поддерживать этот бизнес.

Существует много препятствий, мешающих увеличению использования геотермальных ресурсов. Наибольшие препятствия связаны с управлением геологическими рисками. Инвесторы готовы взять на себя экономические, финансовые и технологические риски. Однако часто они не обладают специальными знаниями, которые требуются для оценки и управления геологическими рисками, что снижает возможность инвестиций в дорогостоящие геотермальные проекты. Без гарантий государства здесь не обойтись.

Опыт ведущих промышленно-развитых стран показывает, что использование возобновляемых источников энергии на промышленном уровне невозможно без поддержки со стороны законодательной и исполнительной государственной власти. Так в Германии в 2003 г. был принят закон о стимулировании развития геотермальной энергетики, в соответствии с которым для всех геотермальных электрических станций устанавливается стоимость 1 кВт/ч в 15 Евроцентов, при этом все местные энергетические компании обязаны забирать всю вырабатываемую этими электростанциями электроэнергию. В США был принят ряд федеральных законов,

заставляющих коммунальные предприятия покупать электроэнергию у независимых производителей, что привело к интенсивному росту производства геотермальной энергии с 1980 по 1990 гг. (Рис. 5).

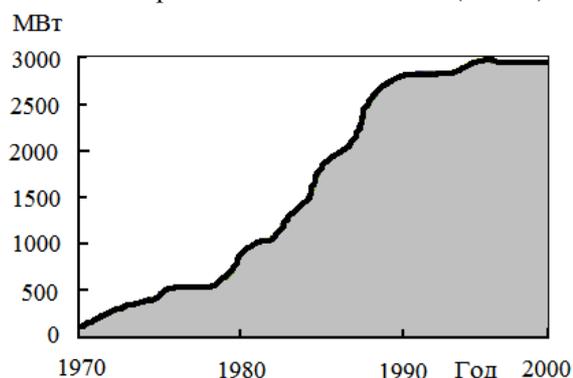


Рис. 5. Рост производства геотермальной энергии в США с 1980 по 1990 гг.

Европейская директива по возобновляемым источникам энергии, которая возведена в статус закона, демонстрирует подход к структуре энергетики будущего со стороны ведущих европейских держав. Уже к 2010 году Европа планирует увеличить долю возобновляемых источников энергии в общем энергопотреблении до 12 %.

Стимулировать развитие малой и альтернативной энергетики в России можно путем создания соответствующей законодательной базы. РАО «ЕЭС России» разрабатывало закон «О возобновляемых источниках электроэнергии», который должен был определить права собственности на различные виды соответствующих ресурсов, а также разделить полномочия федеральной и региональной властей по их управлению. Необходимо принятие такого закона и соответствующих постановлений Правительства Российской Федерации, предусматривающих стимулирующие мероприятия на государственном и региональном уровнях. Стимулом для производителей нетрадиционной энергии могли бы стать поправки в Налоговый кодекс, предоставляющие налоговые льготы для производителей оборудования, используемого в малой и возобновляемой энергетике. Также необходимо соответствующее финансирование Федеральной целевой программы «Энергоэффективная экономика» в подпрограмме «Энергообеспечение регионов России, в том числе северных и приравненных к ним территорий на основе использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии и местных видов топлива».

В любом случае необходима большая просветительская и научно-образовательная работа по пропаганде использования экологически чистых

инновационных технологий для освоения альтернативных источников энергии, включая геотермальные ресурсы [6-8, 17-19]. Широкая общественность зачастую плохо информирована о возможностях и перспективах использования внутреннего тепла Земли на федеральном, региональном и локальном уровне, включая индивидуальное строительство и теплоснабжение. В этом плане интересным примером, достойным подражания, может служить создание «Домов возобновляемой энергии» в Брюсселе, Бельгия. В 2000 году несколько энергетических ассоциаций решили разместить свои офисы в одном здании – так родилась идея «Домов возобновляемой энергии» (ДВЭ). В ДВЭ находятся следующие организации:

- **EREC** – Европейский совет по возобновляемой энергии;
- **AEBIOM** – Европейская биотопливная ассоциация;
- **EGEC** – Европейский совет по геотермальной энергии;
- **EPIA** – Европейская ассоциация фотоэлектрической промышленности;
- **ESTIF** – Европейская федерация производителей солнечных теплоустановок;
- **EUBIA** – Европейская ассоциация производителей биомассы;
- **EUREC Agency** – Европейское агентство по возобновляемой энергетике;
- **EWEA** – Европейская ассоциация ветроэнергетики;
- **EUFORES** – Европейский форум по ВИЭ (возобновляемым источникам энергии);
- **GWEG** – Всемирный совет по ветроэнергетике.

ДВЭ – это не просто офисное здание. Это – действующая выставка энергосберегающих технологий и технологий ВИЭ в черте города. ДВЭ демонстрирует существенное сокращение потребления энергии на отопление, освещение и кондиционирование за счет энергосберегающих мер, а также максимально возможное использование ВИЭ для удовлетворения энергетических потребностей. В здании реализованы следующие технические решения по энергосбережению:

- теплоизоляция фасада и крыши;
- двойное остекление;
- экономичные системы освещения;
- вентиляция с рекуперацией тепла;
- система отопления на паллетах;
- система солнечного теплоснабжения и адсорбционная система солнечного кондиционирования;
- геотермальное теплоснабжение и кондиционирование.

Демонстрационный комплекс «Экопарк-Фили» в Москве близок по идеологии к «Дому возобновляемой энергии» в Брюсселе. И подобную работу следует всячески поддерживать и развивать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов М.А., Бондаренко С.С., Стрепетов В.П., Каспаров С.М. Минеральное сырье. Бром и иод. – М.: Геоинформмарк. 1999, 30 с.
2. Бондаренко С.С. Минеральное сырье. Воды промышленные. – М.: Геоинформмарк. 1999, 45 с.
3. Вартанян Г.С., Комягина В.А., Плотникова Р.И., Соустова Т.Н., Шпак А.А. Использование и перспективы освоения минеральных, термальных и промышленных вод. – М.: Геоинформмарк. 1999.
4. Кононов В.И., Поляк Б.Г., Хуторской М.Д. Гидрогеотермальные ресурсы России. // Георесурсы. – 2(17). – 2005. – С. 29-33.
5. Кременецкий А.А., Линде Т.П., Юшко Н.А. и др. Минеральное сырье. Литий. – М.: Геоинформмарк. 1999, 49 с.
6. Свалова В.Б. Использование геотермальной энергии и проблемы устойчивого развития: Доклады. / Международный научно-технический семинар «Фундаментальные и прикладные проблемы мониторинга и прогноза стихийных бедствий» «Стихия-2002». – Севастополь: 2002.
7. Свалова В.Б. Геотермальные ресурсы России, проблемы экологии и устойчивого развития: Доклады. / Международная конференция «Возобновляемая энергетика: состояние, проблемы, перспективы.» – Санкт-Петербург: 2003.
8. Свалова В.Б. Учебно-научный консультационный центр по экологии и возобновляемым видам энергии: Тез. докл. / Международный семинар «Российская программа развития возобновляемых источников энергии». – Рыбинск: 2004.
9. Свалова В.Б. Термальные воды России. Комплексное использование: Тез. докл. / Международная конференция «Извлечение минеральных компонентов из геотермальных растворов». – Петропавловск-Камчатский: 2005.
10. Свалова В.Б. Комплексное использование гидротермальных ресурсов: Доклады. / VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Т. 6, – М.: – 2007.– С. 384-386.
11. Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 Update Report: Proceedings. / «World Geothermal Congress 2010» – Bali, Indonesia: – 2010. (CD).
12. Kononov V.I., Polyak B.G., Kozlov B.M. Geothermal development in Russia: Country update report 1995-1999: Proceedings. / «World Geothermal Congress 2000». – Japan: – 2000. – Vol. 1. P. 201 – 206.
13. Lund J.W., Freeston D.H., Boyd T. L. Direct Utilization of Geothermal Energy 2010 Worldwide Review: Proceedings. / «World Geothermal Congress 2010». – Bali, Indonesia: – 2010. (CD).

14. Povarov K.O., Svalova V.B. Geothermal Development in Russia: Country Update Report 2005-2009: Proceedings. / «World Geothermal Congress 2010». – Bali, Indonesia: – 2010. (CD)
15. Svalova V.B. Geothermal legends through history in Russia and the former USSR: a bridge to the past. In: «Stories from a Heated Earth. Our Geothermal Heritage». GRC, IGA. Sacramento, California: – 1999. – P. 336-355.
16. Svalova V.B. The history of geothermal resources use in Russia and the former USSR: Proceedings. / «World Geothermal Congress 2000». – Japan: –2000.
17. Svalova V.B. Geothermal energy use in Russia and environmental parks: Proceedings. / «2002 Beijing International Geothermal Symposium» – Beijing: – 2002.
18. Svalova V.B. Geothermal Energy Use in Russia and Sustainable Development: Proceedings. / «International Geothermal Workshop». – New Zealand: – 2002.
19. Svalova V.B. Geothermal energy use in Russia and environmental problems: Proceedings. / «World Geothermal Congress». – Turkey: – 2005.
20. Svalova V.B. Geothermal energy use in Russia: progress and future: Proceedings. / «First East African rift geothermal conference. Geothermal energy: an indigenous, environmentally benign and renewable energy resource» – Addis Abeba, Ethiopia: – 2006.
21. Svalova V.B. Geothermal resources and thermal waters of Russia: complex use: Proceedings. / Geothermal Resources Council 2006 Annual Meeting «Geothermal Resources Securing Our Energy Future». – San Diego, California: – 2006.
22. Svalova V.B. Mineral resources of geothermal waters and brines: Proceedings. / International conference «Mineral extraction from geothermal brines». – Tucson, Arizona, USA: – 2006.
23. Svalova V.B. Mineral Extraction from Brines and Geothermal Resources Complex Use in Russia: Proceedings. / «World Geothermal Congress 2010». – Bali, Indonesia: – 2010. (CD)

Институт геоэкологии РАН, Россия, г. Москва

РЕСЕЙДІҢ СУЫН ТЕРМОМИНЕРАЛЬНЫЕ ЖӘНЕ ОЛАР КЕШЕНДІ ҚОЛДАНУ

Ғылымд. физ.-мат. канд. В.Б. Свалова

Геотермалді қорлар энергетиканың дамытуын, сирекметаллды және химия өнеркәсіптерінің, санатори-бальнеологиялық және агроөнеркәсіптік кешендердің ең маңызды көздер болып табылады. Ресей гидрогеотермалдық демек жер асты суларында жинақталған және петротермалдық, тау жыныстарында жинақталған үлкен қорларға ие болады. Олар Ресейлерде сонымен бірге жеткіліксіз қашық қолданылады. Жаңармаған отынның қорларының энергия тұтынуды тез өсуі, өресіздік және қымбаттауы, әлемдік экономиканың экологиялық мәселелерінің асқынуы энергияның талғаулы көздері кең қолдандыра алады.

УДК 551.311.21

**СЕЛ ҚҰБЫЛЫСТАРЫНАН ҚОРҒАНУДЫҢ ӘЛЕМДІК ЖӘНЕ
ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ТӘЖІРИБЕСІ**

Геогр. ғылымд. канд. М.М. Молдахметов

А.Қ. Мусина

Мақалада Австрия, АҚШ, Жапония және ТМД елдеріндегі селден қорғану мәселелері, сонымен қатар осы елдердегі селден қорғану тәсілдері қарастырылған. Сел құбылыстарынан қорғану шараларының әлемдік, одақтық және қазақстандық тәжірибесіне тарихи шолу жасалып, Қазақстандағы селден қорғану мәселесі талқыланған.

Сел құбылыстары орасан зор материалдық шығынға ұшырататын, сондай-ақ жыл сайын жүздеген адам өліміне алып келетін қатерлі табиғи апаттар жерсілкіністер, цунами, жанартау атқылаулары қатарында алдыңғы орындарды иеленеді. Адам баласы ежелден селдің апатты әрекеті әсерінен қорғану жолдарын іздестіре бастады. Алғашында бұл қарапайым тұрпайы әрекеттер арқылы көрінді, яғни қандай жер қауіпсіз деп бағаланса, сол жер оның мекен ету ортасына айналды. Дегенмен, тәжірибенің жинақталуына және ғылым мен техниканың қарыштап дамуына байланысты селден қорғанудың біршама жетілген әдістері қолданыла бастады. Аға буын тәжірибесі апатты күштің қиратқыш әсерімен күресуге септігін тигізді. Ең ежелгі селден қорғану бөгеттерінің бірі – Мариб бөгеті, ол мұсылман әлемінде Судд-әл-Әрим деген атпен белгілі [3]. Сондай-ақ, адам баласының сел процестерімен ежелден таныс екендігін мына мәліметтер дәлелдейді [4]: ежелгі римдіктердің Тибр өзенінде өткізгіш қорғану имараттарын тұрғызғандары және олар иелік еткен кезде Тунистегі тау беткейлерінде эрозияға қарсы террасалар немесе үймелі жалдар жасалғаны, сондай-ақ, б.з. 323 жылы Жапониядағы Ямато өзенінде көлемді реттегіш жұмыстар жүргізілгені белгілі.

Таулы аймақтарды игеру барысында адам әрекетінің зиянды салдары сел құбылыстарының жандануына әкеліп соқтыратыны белгілі болды. Осыған байланысты Францияда (1332, 1860, 1864, 1874 жж.), Италияда (1601-1602 жж.), Швейцарияда (1342 ж.), Австрияда (1852, 1869, 1884, 1909, 1947, 1959 жж.) және басқа да мемлекеттерде орманды қорғау,

таудағы ағынсуларды реттеу жұмыстары, мелиорациялық жұмыстар туралы заңдар пайда болды.

Селден қорғану жұмыстары селқауіпті барлық аудандарда барлық кезеңде жүргізіледі. Барлығынан бұрын селден қорғану мәселесімен Батыс Еуропа елдері – Австрия, Швейцария, Франция, Италия, Югославия, Германия – ұшарасты. Селден қорғану шараларын жүзеге асыру барысында жинақталған тәжірибені ескере отырып, А.Ю. Власов оларды шартты түрде үш мектепке бөліп қарастыруды ұсынды: еуропалық, американдық, азиялық. Бұл мектептердің «көрнекті өкілдері», сәйкесінше – Австрия, АҚШ, Жапония елдері – жинақтаған тәжірибе негізіне тоқталып өтейік.

Адамның орман жамылғысынан айырылған тау беткейлеріндегі қарқынды эрозияның зиянды салдарымен жүйелі, әрі жоспарлы күресінің басы ретінде XIX ғ. екінші жартысын алуға болады. Бұл кезде Францияның Рона өзені алабындағы (1846 және 1956 жж.) және бұрынғы Австрия-Венгрияның кейбір өңірлеріндегі (1882 ж.) апатты су тасулардан кейін, арнайы заңнаманың негізінде қорғану және қалпына келтіру жұмыстары жүйелі түрде жүргізіле бастады. Сел тасқынынан қорғану тәсілі ретінде екпе ағаштарын отырғызу мен шөп егу аса маңызды әрекетке айналды [2]. Эрозиялық процестерді жою және оның қарқынын азайту үшін, бұл тасқындардың арнасына сатылай орналасқан су тосқауылдары тұрғызылып, биіктігі 22 м жететін бөгеттер, сондай-ақ қазаншұңқырлық селқоймалар салынды. Селден қорғану имараттарын салу кезінде тез ағарлардың түбінің кедір-бұдырлығын арттыру үшін, жұмырланған тастарды жиі қолданады. Соңғы кездері құламасы үлкен бөгеттер мен бөгесіндер жиі тұрғызылуда [8]. Бөгеттер мен дамбалардың тұстамаларын механикалық жолмен тазалау ыңғайлы болатын жерлерде салуға тырысады. Бөгеттің табаны мен қапталы аналық тау жыныстарына 30-50 см ішкері еніп жатады. Ландшафтты барынша сақтау мақсатында, барлық жұмыстар механикалық тәсілмен жүзеге асырылады, тіпті жартасты грунттарды өңдеу кезінде жару жұмыстары жүргізілмейді. Соңғы жылдары Еуропадағы ірі тұйық имараттардың орнына экономикалық тұрғыдан тиімділігі жоғары өткізгіш имараттардың әртүрлі типтері қолданылып келдеді.

Сел құбылыстарымен күресудің мол тәжірибесі АҚШ-та жинақталған, мұнда 1915 ж. Лос-Анжелес қаласының маңында эрозияны жою мақсатында қарқынды жұмыстар жүргізілді. Американдық мамандар арнаны тұрақтандырудың анағұрлым тиімді тәсілі бөгет салу деген

шешімге келіп, ол арқылы үш мәселенің шешімін табу жоспарланды: тұрғындар мен шаруашылық іс-әрекет нысандарын қорғау, тасқынға қарсы имараттарды пайдалануға кететін шығындарды азайту, шаруашылыққа қажетті су жинау. Ағынды қалыптастырушы беттердегі өсімдік жамылғысының түрлік құрамын іріктеу арқылы ағындыны азайту жөніндегі зерттеу жұмыстары жүргізілді. Сел тасқындары мен су тасқындарынан қорғану мақсатында АҚШ-та жүргізілген жұмыстар қарқынын мына деректер айғақтайды. Тек, Лос-Анжелес қаласын апатты сел және су тасқындарынан қорғау үшін, 5 селқойма, 14 бөгет (олардың ең биігі – 55 м), 50-ден астам селтұтқыш (биіктігі 4,6...9,0 м дейін) және 850 км созылған селбұрушы желі салынды. Сонымен қоса, су жинау алаптарында өрттен қорғану шараларын жүргізуге мүмкіндік туды, өсімдік жамылғысы бітік алқаптар ұлғайды, жолдар бекітілді. 1915...1979 жж. аралығында селден қорғану шараларына жұмсалған қаржы көлемі 1 млрд. астам АҚШ долларын құрады.

Аумағының 80 % жуығын таулар алып жатқан және сел тасқыны ұлттық апат сипатына ие болатын ел – Жапония [5]. 1970 ж. басында бұл елде 4000 астам биіктігі 5 м-ден 75 м-ге дейінгі аралықтағы тасындыұстағыш бөгеттер салынып, қазіргі уақытқа дейін пайдаланылып келеді, дамбалар, жаға- және беткейбекіткіш беттер, эрозияға қарсы конструкциялар көтерілді. Мұндай имараттардың орналасу тығыздығы 1 км² жерге 2...4 дейін жетеді. Осы имараттар арқылы 100 млн. м³ жуық тасындылар тұтылып, осындай көлемдегі тасындылар имараттар арқылы өзендердің төменгі ағыстарында жинақталады, не теңізге ағып кетеді. Сел белсенділігі жоғары селқауіпті өзендердің жоғарғы ағысында тасындытежегіш бөгеттер тас үйінділерінен, темірбетоннан, құрастырмалы конструкциялардан және жергілікті материалдардан жасалады. Олардың биіктігі 1 м-ден 10 м және одан жоғары аралығында өзгереді. Гравитациялық, аркалы, құрастырмалы-торлы және басқа да типті бөгеттер пайдаланылады. Қарапайым сүгіреуіш имараттарға қарағанда, бұл бөгеттердің, әдетте, трапеция пішінді суағар бөлігі және имарат бойында өзеннің жоғары сағасының сел ысырындыларымен толыққаннан кейін, ондағы ақаба суларын жіберетін екі немесе одан да көп қабатты сужібергіші болады. Өзеннің төменгі сағасын шайылудан аман алып қалу мақсатында төзімділігі жоғары селтұтқыш бөгет конструкциясы ұсынылған. Ол бірінен кейін бірі орналасқан екі көлденең темірбетонды блоктармен біріккен екі бөгет – биік (негізгі) және төмен (қосалқы). Кейде селден қорғану кепілдігін арттыру үшін, негізгі бөгеттен

кейін төменгі арынды бөгеттер каскады салынады, олардың арақашықтығы 5...10 м аспайды. Жоғарыда айтылғандары қорыта келе мынадай түйін жасауға болады: Жапонияда жүргізілген селден қорғану инженерлік шаралары, негізінен, теңіз жағалауының қарқынды шайылуына төтеп беретін жағажай материалдарымен қамтамасыз ету үшін қатты, ағындыны жағалық аудандарға бұрып отыруға бағытталған. Ірі және ұсақ селден қорғану имараттары, әдетте, бір селаралық кезеңді (9 ай) қамтитын өте қысқа мерзімде тұрғызылады. Тасындылардың қарқынды қайта шөгуі және олардың аңғарға қарай жылжуы байқалған селқауіпті ағынды тасымалдау зонасының құлама учаскелеріндегі арнаның салыстырмалы тұрақтылығын сақтау үшін, биіктігі 10 м жететін бетон плиталарының каскады тұрғызылады (бұл бөгеттердің орташа ұзындығы 100...150 м).

Сонымен, еуропалық мектепке арнареттегіш көлденең имараттардың әртүрлі типтерін қолдану тән, Австриядағы мұндай имараттардың саны 100 мыңға жетеді. Американдық мектеп қолданылатын гидротехникалық имараттар типтерінің әртүрлілігімен, олардың конструкцияларының ерекшеліктерімен және көлемділігімен сипатталады. Ал, азиялық мектепке кішігірім гидротехникалық имараттар желісімен ағынсулардың сағасындағы селқоймалармен бірге салынатын бөгесіндер желісі, агроорманмелиорациялық шаралар (терраса, қарық-террасалар, су жіберу желісі) тән.

Сонымен қатар бұрынғы Кеңес Одағы тұсында жинақталған тәжірибе негізінде шартты түрде мынадай мектептерді ажыратып қарауға болады: «кавказдық» (Грузия, Армения, Әзірбайжан), «ортаазиялық» (Өзбекстан, Қырғызстан, Тәжікстан), «ресейлік». Бұл жіктеме [1] осы елдердегі сел тасқындарының типтерімен және инженерлік қорғанудың бағыты бойынша жасалды.

Грузияда селді қалыптасу, тасымалдау және селдің шығу зоналарының геоморфологиялық ерекшеліктеріне байланысты селдің жазық аңғарларға шығу жолында тұрғызылған бөгеттер көмегімен ұстауға басты назар аударылды. Сонымен қатар қорғалатын нысандарды қоршап тұратын тіреуіш қабырғалар немесе дамбалар түріндегі бойлық имараттар, сондай-ақ жартылай бөгесін (шпор) түріндегі көлденең имараттар пайдаланылып келеді. Бұл имараттар тасынды сулы тасқындарға төтеп бергенімен, лайлы-тасты тасқындар арқылы бұзылатындығын тәжірибе көрсетіп отыр. Сел тасқындарын қорғаныс нысандарының астынан немесе үстінен өткізуші имараттар көмегімен, сел тасқындарының көлік жолда-

рына, ирригациялық және дерривациялық каналдарға тигізетін зиянды әсерін жою тәжірибесі оң нәтиже берді. Селқоймасы арнаға көлденең орналасқан кеңістіктік темірбетонды конструкциялы бөгеттер көмегімен түзіледі. Алғаш рет бұрынғы КСРО-да мұндай конструкцияларды М.С. Гагошидзе мен И.И. Херхеулидзе Дуруджи өзенінің сел тасқындарынан Кварели қаласын қорғау үшін 1962 жылы ұсынған болатын. Мұндай өткізгіш конструкциялар сел массасының қатты құраушысының ірі фракцияларын ұстап қалып, ұсақ фракциялы су құраушысын жіберуге қабілетті деп жорамалданды. Бұл конструкциялардың жоғары үнемділігі олардың маңызды жетістігі болды.

Арменияда эрозиядан қорғану шаралар кешеніне топырақты өңдеудің арнайы тәсілдері мен фитомелиорация жатады. Ереван қаласының маңында селден қорғанудың батыл шаралары 1946 ж. бастап жүргізіліп келеді. Вохчаберд, Джрвек өзендерінің алаптарының айтарлықтай аумағында, әсіресе, Гетар өзені алабында екпе ағаштары отырғызылып, көлемі 1 млн. м³ құрайтын Ариндж нөсерреттегіші салынды. Ереван қаласының аумағында Гетар өзенінің айтарлықтай бөлігінде жаға бекіту жұмыстары жүргізілді. Джрвек селбұрғышының арнасы толығымен бетондалып, ең жоғары тасқындардың өтуін қамтамасыз ететін негізгі су ағындарының жағалары қапталды. Селбұрғыш каналдарды салу өз дамуын тауып отыр, олардың көмегімен сел ағынының бір бөлігін немесе толықтай көршілес өзен алабына бұрып жіберуге болады. Арарат аңғарындағы ауыл шаруашылық алқаптарын қорғау үшін, тасқыннан қорғану шаралары жүргізілген. Аракс өзенінде жалпы ұзындығы 106 км жететін жаға бекіту имараттары мен жалдар салынды.

Әзірбайжанда қалыптасқан сел тасқындарымен күресу әртүрлі ағысбағыттаушы және жағабекітуші тасты-бөренелі, тасты және бетонды дамбалардың көмегімен жүзеге асырылады. Сел тасқындарының қиратқыш күшін әлсірету үшін, ысырынды конуста су тасқынынан ірі фракциялы тасындыларды тұндыру шаралары жүргізіледі. Ол үшін сыйымдылығы үлкен қазаншұңқыр типтес тасындыұстағыштар орнатылады. Сел тасқыны жүріп өткенше олардың батпақтануына жол бермеу үшін, ақаба суларын тасындыұстағыштан бұрып ағызады. Инженерлі селден қорғану шараларының кешеніне беткейлерде ағындыны ретеуге және эрозия процестерін максималды әлсіретуге бағытталған ұсақ имараттар да енеді. Инженерлі селден қорғану шараларына сел тасқындарының арналарында тұрғызылған бірқатар кішігірім тіреуіш қабырғалар (биіктігі 2...4 м)

да жатады. Қолда бар материалдармен жабдықталған мұндай қабырғалар тасқын тасындыларының шөгуі арқылы арнаның бойлық қимасын тегістеп, беткейлер тұрақтылығын арттырады.

Ресей аумағындағы Орталық, Шығыс, және Батыс Кавказда, Қара теңіздің оңтүстік жағалауында, Шығыс Сібір, Қиыр Шығыс, Камчатка және Сахалиннің тау жүйелерінде қалыптасатын сел тасқындары өте қауіпті. Әр жылдары сел тасқындарынан Новороссийск және Тырныауз қалалары, Новороссийск-Туапсе учаскесіндегі темір жол, көптеген таулы автомобиль жолдары, Орджоникидзе-Тбилиси газ құбыры, Дарьял СЭС-ның деривациясы, бірқатар елді мекендер зардап шекті. Баксан өзені алабындағы сел тасқындары үлкен шығынға ұшыратты. Новороссийск қаласы аумағындағы сел қауіпіне барраждар тұрғызу мен бұталы өсімдіктер отырғызу арқылы тойтарыс берілді. Айтарлықтай көлемдегі селден қорғану жұмыстары Баксан өзені алабында жүргізілді. Тырныауз қаласын қорғау үшін темірбетонды өткізгіш бөгет, ал қала аумағынан сел тасқынын өткізу үшін бетондалған сел өткізуші астау тұрғызылды. Бұл имараттар 1999 ж. жүріп өткен сел тасқынының күшіне төтеп бере алмады. Жобалық есептеулерде астаудың өткізгіштік қабілеті $500 \text{ м}^3/\text{с}$, ал өткізгіш бөгет арқылы түзілген селқоймасының сыйымдылығы 4 млн. м^3 құраған болатын. Бұл имараттардың сипаттамалары Тырныауз қаласы аумағындағы 1000 жылда 1 рет қайталанатын селді ұстап, өткізуді қамтамасыз етеді деп саналды. 1999 ж. селдің көлемі 6...10 млн. м^3 , өтімі $2000 \text{ м}^3/\text{с}$ жетті. Бөгет салынып біткеннен кейін екі ай өткен соң, диаметрі 3...6 м жететін жақпар тастардың соққысынан өткізгіш имарат тұрақтылығын жоғалтып, бұзылды. Астау батпақтанып кетті. Қаланың біршама бөлігі қирады.

Өзбекстанда селмен күресудегі таумелиоративтік жұмыстар жүргізудің басы ретінде 1878 ж. саналады. Бұл кезде Аман-Құтан өзені алабында тауды ормандандыру жұмыстары басталған болатын. 1894 ж. осыған ұқсас жұмыстар Ферғана аңғарының тау бөктерінде (Шахимардан өзенінің аңғары) жүзеге асырылды. Мұнда беткейлердегі орманмелиоративтік жұмыстарынан басқа, арналық ағындыны реттеу мақсатында бөгесіндер тұрғызу қарастырылды. Бөгесіндерді жай тастан немесе қатырма қосу арқылы тұрғызды, дегенмен көбінесе габиондар қолданылды. Қазіргі уақытта селді қауіпсіз өткізу шаралары Наманган облысындағы өзендерде табысты өткізілуде. Мұнда, сондай-ақ таулық суағызғы қарықтарын қолдану сыналуда. Көлденең тұрғызылған бөгесіндер қолданылып келеді. Ағынды көлемі 30 мың м^3 құрайтын

кішігірім сел арналарында ағындыны толықтай жинақтайтын селтұндырғыштар, ал ағынды көлемі 80...100 мың м³ және одан жоғары болған жағдайда селқоймалары салынады. Ірі уақытша су ағындарында ағызғы тракттары бар селқоймалары салынады. Өзбекстандағы мұндай селқоймаларының саны 15-ке жетеді.

Әлемдік тәжірибеде селден қорғанудың инженерлік шараларының әртүрлі әдістері қолданылады. Олар негізінен үш бағытты құрайды: сел тасқынын қорғалатын аумақтардан транзит арқылы өткізу; сел тасқыны қалыптасуын тікелей сел ошақтарында жою; сел тасқынын қорғалатын нысандардың жоғары жағында ұстау. Аталған бағыттардың барлығы нөсерлі жауын-шашын әсерінен қалыптасатын сел тасқыны мен су тасқындары орын алған елдерде жасақталып, өз қолданысын тапты. Ал, шығу тегі гляциалды және сейсмикалық сел тасқындары тән Қазақстанның таулы аудандары үшін алғашқы екі бағытты қолдану жақсы нәтиже бермейді немесе оларды тек шығу тегі нөсерлі сел тасқындары қалыптасатын орташа және аласа таулы аудандарда қолдануға болады.

Қазақстандық ғалымдар, жобалаушылар мен құрылысшылар селден қорғанудың одақтық, әрі әлемдік тәжірибесін пайдалану мүмкіндігіне ие болды, және олар осы мәселені шешудің кешенді тәсілін таңдап алды. Сел тасқындарының орасан зор қиратқыш күшін ескере отырып, қорғану негізі ретінде әртүрлі типтегі және әртүрлі конструкциялы бөгеттер арқылы және сирек қайталанатын бірнеше апатты сел тасқындарын сыйдыра алатын, көлемі 10 млн. м³ асатын селқоймалар арқылы қорғалатын нысандардың жоғары жағында ұстау әдісі алынды. Сел құбылыстарынан қорғану мәселесін шешу тарихы сел құбылыстарының табиғаты жөніндегі ілімнің, селден қорғану және гидротехникалық жобалау саласындағы ғылыми-техникалық прогрестің даму процестерінің, азаматтық және өндірістік құрылыс аймақтарының, Қазақстан аумағындағы ауыл шаруашылығына жарамды жерлердің кеңеюіне байланысты.

Қазақстандағы соғысқа дейінгі алғашқы көзқарастарға сәйкес ұсынылған қорғану тәсілдеріне мыналар жатады: орманмелиорация, беткейлерді террасалау, арналарға биіктігі 5 м жететін тас үйіндісін төсеу, тұнған суды қолдан жырылған арна бойынша ағызылатын селұстағыш-қазаншұңқырларды салу.

Соғыстан кейінгі жылдардағы жобалар сел қалыптасудың «гидрологиялық» концепциясының негізінде жасақталды. Бұл концепция бойынша сел тасқынын ұстап қалған селқойма өзінің жинақтаушы

сыйымдылығының тек 30 % ғана жоғалып, селдің қалған бөлігі, сұйық ағынды түрінде сел өткеннен кейінгі бірнеше күн бойы қауіпсіз өтімдермен төменгі бьефке (саға) жіберілетін болды.

Сел қалыптасу процестерін ғылыми зерттеу, соның ішінде (Шамалған полигонында табиғи жағдайда селді жасанды жолмен қалыптастыру тәжірибелері), 1921 ж. Кіші Алматы өзеніндегі және 1963 ж. Есік өзені алабындағы сел тасқындары сипаттамаларын қазіргі орныққан пікір тұрғысынан талдау Іле Алатауында тасынды сулы тасқын емес, жоғары тығыздықты лайлы тасты сел тасқындары басым деген қорытындыға әкелді. Бұл 1973 ж., көлемі 3,8 млн. м³ шығу тегі гляциалды алып сел тасқынына уақытылы тұрғызылған Медеу шатқалындағы бөгет арқылы тосқауыл қойылған кезде дәлелденді. Сел тасқындарының табиғаты жөніндегі көзқарастардың өзгеруі селден қорғану имараттарын жобалау тәсілдерін қайта қарауды қажет етеді [6, 7].

1975...1978 жж. аралығында Іле және Жетісу Алатауларының таулы және тауалды аумақтарының, соның ішінде Үлкен және Кіші Алматы, Есік өзендері алаптары бойынша селден қорғану шараларының сұлбасы дайындалды. Селден қорғану стратегиясының басты бағыттарының бірі сел тасқындарын тау аңғарларындағы ірі бөгеттердің көмегімен ұстап, селтежегіш бөгеттер мен кіші көлемдегі бөгесіндер, сондай-ақ реттегіш имараттар жүйесін салу болды. Сонымен бірге Шығыс Қазақстан облысы Семей аймағының, Оңтүстік Қазақстан және Жамбыл облыстарының селден қорғану шараларының сұлбалары дайындалды. Сұлба арқылы жоспарланған селден қорғау шараларының бәрі бірдей жүзеге аспады. Солардың негізінде селден қорғануға бағытталған имараттардың Қазселденқорғау мекемесінің құзырындағы жалпы саны 83 жетті [1]. Аталған имараттардан басқа әкімшілік органдар мен жергілікті жердегі әртүрлі кәсіпорындардың құзырына берілген бірқатар селден қорғау имараттары тұрғызылды.

Тұрғызылған имараттардың басым бөлігі сел тасқындарының зиянды салдарын төмендетуге септігін тигізіп, өзінің жұмысын ары қарай жалғастыруда. Бірқатар имараттар сел тасқының нәтижесінде қирап, қисынсыз шешімдердің мысалы болды. Бірқатары жүргізілетін пайдалану және қалпына келтіру-жөндеу жұмыстары жеткіліксіз болғандықтан, істен шықты.

Әр уақытта жасақталған селден қорғау сұлбалары мен жобаларының басты кемшілігі сел өткен кезде олардың қиратқыш әсерінің сипаттамалары мен зонасын төмендететін имараттар салуға

бағытталғандығы. Селден қорғау сұлбаларының кешенділігінің мәні сел қауіпті алапқа басты өзен арнасында және оның салаларында селтежегіш, селөткізгіш және тұрақтандыру имараттарын кіріктіретін бірнеше имарат тұрғызуда. Дегенмен онда селдің туындауының алдын-алу, құлақтандыру, әсер ету зонасынан нысандарды көшіру сияқты қорғану шаралары қарастырылмаған. Сонымен қатар, аумақтың қарқынды игеріле басталуына байланысты сел тасқынының зиянды әсерінен қорғауды қажет ететін көптеген нындар пайда болды, ал олардың кібіреулері сел тасқынының жандануына әкеп соқтырады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баймолдаев Т.А., Виноходов В.Н. «Казселезащита» – оперативные меры до и после стихии. – Алматы: Изд-во «Бастау», 2007. – С. 97-109.
2. Есенов У.Е., Хон В.В. Международный симпозиум по противоселевой и противолоавинной защите в Австрии. / Проблемы противоселевых мероприятий. / Под ред. У.Е. Есенова и др. Алма-Ата: «Казахстан», 1981. – С. 132-136.
3. Квасов А.И. Современное состояние и анализ работы противоселевых сооружений в бассейне Вади Хадрамаут НДРЙ. / Проблемы противоселевых мероприятий. – Алма-Ата; «Казахстан», 1984. – С. 88-95.
4. Сулаквелидзе Л.А., Квирквелия Б.Д., Сулаквелидзе Е.А. Селевые явления и борьба с ними за рубежом. – В кн.: Эрозийные и селевые процессы и борьба с ними, Вып. 5. – Тбилиси: ГрузНИИГиМ, 1976. – С. 110-117.
5. Тевзадзе В.И. Опыт проведения противоселевых мероприятий в Японии. / Проблемы противоселевых мероприятий. – Алма-Ата: Изд-во «Казахстан», 1979. – С. 178-184.
6. Хегай А.Ю., Земс А.Э., Зиневич Ю.Н., Квасов А.И. Развитие представлений о природе селевых явлений и характере необходимых противоселевых мероприятий в районе г. Алма-Аты. / Проблемы противоселевых мероприятий. – Алма-Ата: 1986. – С. 62-71.
7. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы: 2007. – 158 с.
8. Hübl J., Suda J. Debris flow mitigation measures in Austria. Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды Международной конференции. Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г. – Отв. ред. С.С. Черноморец. – Пятигорск: Институт «Севкавгипроводхоз», 2008. – 396 с.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті
«Қазселденқорғау» Мемлекеттік Мекемесі

МИРОВОЙ И КАЗАХСТАНСКИЙ ОПЫТ ЗАЩИТЫ ОТ СЕЛЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ

Канд. геогр. наук М.М. Молдахметов
А.К. Мусина

В статье рассмотрены проблемы противоселевой защиты на примере Австрии, США, Японии и СНГ, а также подходы к организации защиты. Дан исторический обзор мировому, союзному и казахстанскому опыту защиты от селевых явлений, проанализирована проблема защиты от селевых явлений в Казахстане.

**О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ВЗАИМОВЫГОДНОГО
СОТРУДНИЧЕСТВА ГОСУДАРСТВ-УЧРЕДИТЕЛЕЙ
МЕЖДУНАРОДНОГО ФОНДА СПАСЕНИЯ АРАЛА ПО
РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ БАСЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Канд. геогр. наук

М.Т. Нарбаев

М.К. Бекниязов

28 апреля 2009 года в г. Алматы Главы государств (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан) изъявили желание к совершенствованию организационной структуры и договорно-правовой базы Международного фонда спасения Арала (МФСА) с целью повышения эффективности его деятельности и более активного взаимодействия с финансовыми институтами и донорами [1]. Для этого Исполнительным Комитетом МФСА был разработан «План мероприятий по реализации положений Совместного заявления Глав государств-учредителей МФСА от 28 апреля 2009 года», утвержденный 3 декабря 2009 г на заседании Правления МФСА.

Основными направлениями утвержденного Плана являются:

I. Институциональное усиление и совершенствование организационной структуры и правовой базы МФСА;

II. Активизация деятельности МФСА и сотрудничества со структурами ООН и международными организациями;

III. Выработка взаимоприемлемого механизма по комплексному использованию водных ресурсов и охране окружающей среды в Центральной Азии и разработка Программы бассейна Аральского моря (ПБАМ-3).

В целях реализации принятого Плана мероприятий между Исполкомом МФСА и Европейской экономической комиссией ООН при поддержке Немецкого общества Технического Сотрудничества Германии – (GTZ) осуществляется проект «Региональный диалог и сотрудничество по управлению водными ресурсами», по следующим основным компонентам (www.ec-ifas.org; www.gtz.de, www.unecce.org):

Компонент 1 – исследование эффективности работы региональных институтов и институтов по управлению водными ресурсами;

Компонент 2 – исследование правовых основ регионального сотрудничества;

Компонент 3 - подготовка к разработке «Программы действий по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря на период 2011...2015 годы» (ПБАМ-3).

На сегодняшний день проведен обзор существующей системы региональных организаций и международно-правовой базы сотрудничества. Эффективность существующей организационной структуры и правовых рамок сотрудничества, а также пути их совершенствования обсуждались на первом заседании Рабочей группы по совершенствованию организационной структуры и договорно-правовой базы и разработке ПБАМ-3, 10-11 декабря 2009 года в г. Алматы. В нем приняли участие национальные эксперты, эксперты от региональных организаций и международные эксперты.

В комментариях национальных экспертов и представителей региональных организаций высказывается широкий спектр мнений относительно степени и глубины возможных изменений в организационной структуре сотрудничества. С одной стороны высказанного спектра мнений некоторые предложения ограничиваются рекомендацией лишь наладить обмен информацией и упорядочить координацию между существующими региональными организациями. Выдвигаются и промежуточные предложения о совершенствовании форм взаимодействия трех действующих в настоящее время региональных структур сотрудничества (МФСА – Исполком МФСА, Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссией (МКВК) и Межгосударственной Комиссией по Устойчивому Развитию (МКУР)) при внесении определенных изменений в их функции и полномочия. С другого конца спектра мнений звучат предложения о пересмотре структуры существующего механизма сотрудничества и о создании новой, действительно единой региональной организации.

Во второй декаде февраля 2010 г. ИК МФСА представил Правительствам стран Центральной Азии своденный международными экспертами Дискуссионный документ (ДисД) национальных и региональных экспертов. Данный документ, равно как и весь проект «Региональный диалог и сотрудничество по управлению водными ресурсами», касается исключительно вопросов улучшения институциональных рамок сотрудничества и не затрагивают вопросы распределения водных ресурсов и водопользования. В целом имеющаяся международно-правовая база регионального водного сотрудничества Центральной Азии позволила, особенно на начальном этапе, решать те вопросы, которые в неотложном порядке нуждались в урегулировании в условиях образования независимых госу-

дарств и изменения статуса рек бассейна Аральского моря. Были достигнуты, и с разной долей успеха реализовывались договоренности по вопросам вододеления и водно-энергетического обмена, совместного управления на основе единых межгосударственных структур. Государства неоднократно заявляли о своей приверженности принципам сотрудничества, справедливого и рационального использования водных ресурсов, совместного решения экологических проблем, связанных с охраной Аральского моря. Осуществляется обмен информацией, и проводятся регулярные консультации по целому ряду вопросов использования водных ресурсов. Тремя актами, принятыми на уровне Глав государств, и двумя рамочными соглашениями по управлению водными ресурсами, была подтверждена политическая воля к сотрудничеству, которая нашла отражение в относительно бесконфликтном распределении водных ресурсов стран региона на протяжении около двух десятилетий.

Тем не менее, несмотря на наличие большого числа международных соглашений, как на региональном/субрегиональном, так и на двустороннем уровне, существующая правовая база далека от совершенства и нуждается в серьезном улучшении. Это касается как отдельных конкретных соглашений, так и всей системы международно-правового регулирования водного сотрудничества в регионе. Как отмечалось выше, имеющиеся юридические инструменты либо носят формально-декларативный характер, либо просто устарели, или не выполняются, полностью или частично, и не содержат полноценных действенных механизмов по обеспечению их соблюдения. Это касается, в первую очередь, Соглашений о сотрудничестве в сфере совместного управления, использования и охраны водных ресурсов 1992 г. и о совместных действиях по решению проблемы Аральского моря 1993 г., а также Соглашения по Сырдарье 1998 г. Рамочная конвенция об охране окружающей среды для устойчивого развития в Центральной Азии 2006 г. в случае вступления в силу могла бы в принципе компенсировать многие недостатки сложившегося правового режима использования водных ресурсов на региональном уровне, но существует реальная возможность конфликта положений новой Конвенции и уже действующих правовых и институциональных механизмов.

Серьезным недостатком правовых основ водного сотрудничества является фрагментарность юридической базы региональных институтов. Нельзя не отметить наличие целого ряда недостаточно увязанных между собой актов, создающих или определяющих правовой статус и положение

разнообразных органов регионального сотрудничества. Наиболее оптимальным способом исправления этой ситуации было бы принятие единого «институционального» соглашения, которое заменило бы, привело в систему и упорядочило многочисленные правила и процедуры, действующие в настоящее время.

Существенным пробелом действующего правового режима в сфере управления водными ресурсами является практически полное отсутствие бассейнового уровня правового регулирования (помимо существующих регионального и двустороннего). Единственное соглашение по бассейну р. Сырдарья не является по сути «бассейновым», т.к. касается весьма узкой проблематики водно-энергетического обмена. В оптимальном варианте, система правового регулирования должна быть трехуровневой:

- региональный уровень с участием всех государств бассейна Аральского моря – основные принципы сотрудничества, общие обязательства и общие институциональные механизмы;
- бассейновый уровень с участием государств бассейна многонационального трансграничного водотока – специальные правила, процедуры и организационные механизмы;
- двусторонний уровень, где это необходимо, – конкретные механизмы сотрудничества на отдельных водотоках, представляющих интерес для двух государств.

В ДисД предлагается рассмотреть два возможных подхода к совершенствованию регионального механизма сотрудничества в рамках МФСА:

- А. Совершенствование существующей структуры регионального механизма сотрудничества;
- В. Создание на основе существующих структур сотрудничества новой региональной организации.

Создание новой региональной Организации по Сотрудничеству в бассейне Аральского моря (ОСБАМ), которая предлагается международными консультантами возможно осуществить в перспективе при сближении позиций наших стран. В ближайшей перспективе целесообразно пойти по пути совершенствования существующего механизма регионального сотрудничества. При этом к кардинальным подходам необходимо идти постепенно и поэтапно с учетом складывающейся обстановки.

Совершенствование организационной структуры сотрудничества, функционирующей под эгидой МФСА, предусматривает оставить без каких-либо существенных изменений имеющийся механизм с входящими в

него организациями и их структурными подразделениями, в то же время, сосредоточившись на следующих аспектах:

- уточнение и разграничение сфер ответственности центральных органов МФСА и региональных комиссий, МКВК и МКУР;
- уточнение мандатов и кругов ведения каждого регионального органа и региональных комиссий;
- усиление координирующей роли центральных органов МФСА – Правления и Исполкома и установление порядка отчетности и взаимодействия между ними и региональными комиссиями;
- развитие сотрудничества между МКВК и МКУР;
- улучшение распределения между странами-членами мест расположения региональных органов и их структурных подразделений;
- введение международной ротации руководителей региональных органов и их структурных подразделений;
- интернационализация персонала (профессиональных сотрудников) секретариатов региональных органов, научно-исследовательских и учебных центров и других региональных и бассейновых учреждений;
- упорядочение координации и взаимодействия среди министерств и ведомств, участвующих в сотрудничестве в рамках МФСА в каждой из стран-членов;
- упорядочение финансирования содержания и деятельности всей системы МФСА из национальных источников;
- улучшение координации связей с международными организациями и донорами;
- улучшение прозрачности в распределении и использовании поддержки, получаемой от международного сообщества.

Следовательно, пути совершенствования существующего механизма сотрудничества в рамках МФСА будут выявляться в процессе обсуждения возможных подходов к его улучшению и обновлению, поиска взаимоприемлемых решений и определения путей их выполнения.

Исполнительный Комитет МФСА

**АРАЛ ТЕҢІЗІНІҢ ХАУЫЗЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ШЕШІМІ
БОЙЫНША АРАЛДЫҢ ҚҰТҚАРУЫН ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚОРДЫҢ
МЕМЛЕКЕТТЕРІНІҢ ӨЗАРА ТИІМДІ СТЕСТІКТЕРІ ӘБДЕН
ЖЕТІЛДЕРУ ТУРАЛЫ**

Геогр. ғылымд. канд. М.Т. Нарбаев
 М.К. Бекниязов

