

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау
Министрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 3

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
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

№ 3 (58)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

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

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии ИП «Престиж Центр».

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Э.А. Закарин, Т.В. Дедова, О.Е. Семенов, А.П. Шапов, Н.Б. Тусеева	
ГИС-технология мониторинга и моделирование пыльных бурь. . .	8
А.Х. Ахмеджанов, В.Н. Глушко, Т.К. Караданов	
Расчет оптической толщины атмосферы по данным спутникового зондирования.	21
С.С. Байшоланов	
О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана. . . .	27
Л.В. Лебедь, Б.С. Степанов	
О гидрогеологическом факторе обводненности пустынных пастбищ Прибалхашья в условиях глобального потепления.	38
Б.К. Мамедов	
Оценка водного потенциала и использование такырных водосборов в Республике Казахстан.	47
Дж.Г. Мамедов	
Особенности изменения стока рек Большого Кавказа под влиянием изменения климата.	55
Ф.Ж. Акиянова	
Лессовые отложения и связанные с ними опасные процессы. . . .	63
М.А. Аскарова	
Уровень безопасности по живым организмам и здоровью населения.	72
И.В. Каипов, И.Б. Есеркепова	
Моделирование трансграничного переноса загрязнения воздуха в Казахстане с помощью программного комплекса HYSPLIT_48. . .	78
Р.К. Темирбаева, А.Д. Абитбаева	
Деграляция земель сельскохозяйственного назначения Прикаспийского региона Казахстана.	88
С.Б. Куанышпаев	
Методика изучения и картографирование рельефа геопары «горы – равнина» на примере Или-Балхашского региона с использованием космических снимков.	95

М.М. Бураков	
Графоаналитический метод интерпретации результатов опытных кустовых откачек из водоносного горизонта при наличии перетекания.	102
С.Н. Досбергенов	
Экологические проблемы нефтезагрязненных почв в районах добычи нефти Западного Казахстана и пути их решения.	111
К.Б. Егембердиева	
Жел айдау-жел қайыру құбылыстарының «Ақжайық» мемлекеттік табиғи резерватының өсімдік және топырақ жамылғысына әсері. .	123
Г.Н. Трофимов, Ю.Г. Трофимова	
Расселение человека в Южном Приаралье в неолите и древние дельты Амударьи.	127
А.А. Беккулиева	
Маңғыстау түбегі карсттық үрдістерінің даму қауіптілігі.	134
В.В. Ким	
Научно-методические основы оценки уровня загрязнения воды в казахстанском секторе Каспийского моря.	140
А.Г. Көшім	
Батыс Қазақстанның мұнайлы өңіріндегі антропогендік үрдістердің балыптасқы.	151
А.Н. Күтжанова	
Кен байыту қалдықтарын агломерациялық өңдеу технологиясының экологиялық қауіпсіздігі.	157
А.С. Сейтказиев, А.И. Мусаев	
Методы улучшения продуктивности засоленных земель.	163
С.Б. Саиров	
Шығыс Қазақстан облысының температуралық аномалиялары. . .	174
Р.Т. Бексеитова	
Эколого-геоморфологические системы и принципы их выделения (на примере территории Центрального Казахстана).	179
Ж.Ж. Смагулов	
Оценка речного стока в бассейне малого Аральского моря.	187

Г.С. Алиаскаров

Гидрометеорологический и геолого-геоморфологический фактор
условий формирования современного экзоморфогенеза западной
части Центрального Казахстана. 194

ХРОНИКА

В.В. Голубцов (к 80-летию со дня рождения). 206
С.М. Романова (к 60-летию со дня рождения). 210

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

E.A. Zakarin, T.V. Dedova, O.E. Semenov, A.P. Shapov, N.B. Tusseyeva GIS-technology of dust storm monitoring and modelling.	8
A.KH. Akhmedzhanov, V.N. Glushko, T.K. Karadanov Calculation of optical thickness of an atmosphere with use of satellite sounding data.	21
S.S. Baisholanov About repeatability of droughts in the regions of Kazakhstan sowing grain.	27
L.V. Lebed', B.S. Stepanov To hydro-geological factor of watering of deserted pastures under global warming influence.	38
B.K. Mamedov Estimation of water potential and utilization of takyr water catchments in Republic of Kazakhstan.	47
J.H. Mamedov Peculiarities of changing of the Great Kavkaz river runoff under the climate influence.	55
F.ZH. Akiyanova Loess deposits and hazardous processes related with them.	63
M.A. Askarova Security level of living organisms and human health.	72
I.V. Kaipov, I.B. Yesserkepova Transboundary air pollution modeling in Kazakhstan with the using of HYSPLIT_48 software complex.	78
R.K. Temirbayeva, A.D. Abitbayeva Degradation of agricultural lands in the Caspian Region of Kazakhstan.	88
S.B. Kuanyshpayev Technique of studying and mapping of a relief of the geopair «mountains-plain » with use of space pictures on an example Ili-Balkhash Region.	95
M.M. Byrakov Graphically-analytical method of interpretation of results skilled sectional evictions from water-bearing horizon at presence of an overflowing.	102
S.N. Dosbergenov Ecological problem of crude oil contamination soils on the oil fields of the West Kazakhstan and their of recultivation.	111

K.B. Yegemberdiyeva	
Impact of storm surges on soil and vegetation of the state natural reserve «Akzhaiyk».	123
G.N. Trofimov, Iy.G. Trofimova	
Settling people in the Southern Aral Region in neolith and Amu Darya River ancient deltas.	127
A.A. Bekkuliyeva	
Hazard of a karsts processes development at the Mangystau Peninsula.	134
V.V. Kim	
Scientifically-methodical bases of an estimation of a water pollution level at the Kazakhstan sector of the Caspian Sea.	140
A.G. Koshim	
Formation of anthropogenous processes at the West Kazakhstan oil fields.	151
A.N. Kutjanova	
Ecological security of a technology of the sintering processing of a enrichment tails.	157
A.S. Seitkazyev, A.I. Musayev	
Methods of improvement of efficiency of the salted acres.	163
S.B. Sairov	
Temperature anomalies of East Kazakhstan Region.	174
R.T. Bekseitova	
Ecology-geomorphologic systems and principles of their allocation (on an example of the Central Kazakhstan territory).	179
G.G. Smagulov	
Estimation of a river runoff of the Small Aral Sea basin.	187
G.S. Aliaskarov	
Hydrometeorologic and geological-geomorphological factor of conditions of formation of modern exomorphogenesis of west part of Central Kazakhstan.	194
CHRONICLE	
V.V. Golubtsov (to 80-anniversary).	206
S.M. Romanova (to 60-anniversary).	210

УДК 378.14

**ГИС-ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА И МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПЫЛЬНЫХ БУРЬ**

Доктор техн. наук	Э.А. Закарин
Канд. техн. наук	Т.В. Дедова
Канд. физ.-мат. наук	О.Е. Семенов
	А.П. Шапов
	Н.Б. Тусеева

Разработана ГИС-технология мониторинга и моделирования пыльных бурь, которая позволяет выполнять комплексный анализ и оценивать масштабы процесса выноса аэрозоля. Проведена тестовая прогонка модели по расчетам эпизодов пыльных бурь в районе тестового полигона южнее г. Жезказган.

Проблема мониторинга и моделирования пыльных бурь привлекает большое внимание ученых Казахстана, России, ближнего и дальнего зарубежья [1, 3, 7, 8, 9] в связи с тем, что пыльные бури относятся к опасным метеорологическим явлениям и являются мощным источником аэрозольного загрязнения атмосферы. При этом перенос аэрозоля носит трансграничный характер и вредному воздействию этих явлений подвержены большие прилегающие территории. Проблема усугубляется непрерывным образованием новых очагов выноса аэрозолей вследствие деградации земель.

В данной работе при рассмотрении задачи по переносу соли и песка использовались самые современные методы мониторинга, заключающиеся в интеграции в единую технологическую цепочку методов дистанционного зондирования и геоинформационного моделирования (Рис. 1).

Для решения задачи была разработана процедура, состоящая из следующих этапов:

- обнаружение и регистрация пыльных бурь на территории тестового полигона по данным космического мониторинга;
- построение маски очагов выноса аэрозоля на базе данных космического зондирования и полевых наблюдений, т.е. карты почв тестового полигона, обладающих эмиссионной способностью различной интенсивности и различного дисперсного состава;

- разработка геоинформационной модели подъема аэрозольных частиц в зависимости от скорости приземного ветра, температуры почвы, размеров частиц и других параметров задачи;
- разработка математической модель шлейфов выноса и выпадения аэрозоля на прилегающие территории с использованием данных метеорологических наблюдений и свойств подстилающей поверхности;
- верификация моделей путем сравнительного анализа расчетных данных с данными съемок эпизодов пыльных бурь с космических аппаратов Aqua/MODIS и Terra/MODIS.

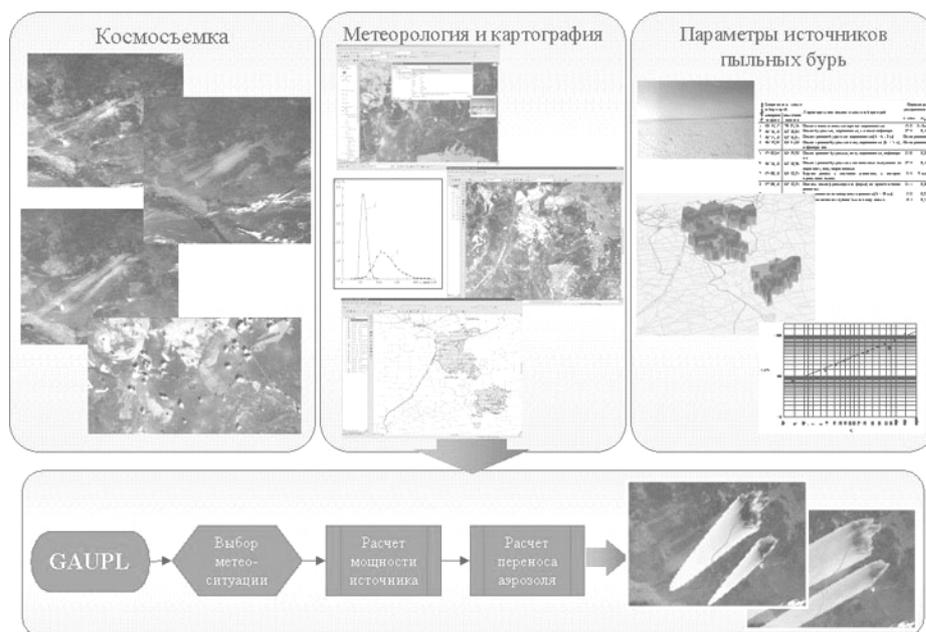


Рис. 1. Технология мониторинга и моделирования пыльных бурь.

Для проведения мониторинга и моделирования пыльных бурь, выбран тестовый полигон, лежащий в диапазоне координат: 46° с.ш. 67° в.д. – 48° с.ш. 70° в.д. Регион повышенной повторяемости пыльных бурь в Центральном Казахстане, т.е. в районе метеостанций Карсакпай – Жезказган выделяется по своему происхождению. Его расположение в широкой долине реки Сарысу между двумя горными поднятиями Улугтау и Казахским мелкосопочником определяет здесь режим повышенных скоростей ветра.

Источник аэрозоля природного происхождения находится на крайнем юго-западе Сарысу-Тенгизской физико-географической провинции на границе с Бетпак-Далинской и Северо-Приаральской провинциями. Поэтому в этом регионе встречается большое разнообразие почвенных условий.

Днища и террасы древних широких долин р. Сарысу сложены песчаным и песчано-галечниковым аллювием. На аллювиальных террасах преобладают светло-каштановые супесчаные и песчаные почвы. Пески террас часто перевеяны и представляют системы пологих бугров и гряд. Плащи навееянных песков наблюдаются на педиментах и склонах мелкосопочных массивов. Все эти поверхности подвергаются интенсивному выветриванию [4, 6,].

По механическому составу серо-бурые почвы Бетпак-Далы преимущественно легко- и среднесуглинистые. Особенность этих почв – преобладание в них мелкопесчаных и крупнопылеватых фракций размерности 0,25...0,05 мм (250...50 мкм.) [5]. Как известно, частицы этого размера наиболее легко подвергаются выдуванию. Источником пыления здесь являются поверхности, сложенные серо-бурыми пустынными почвами легкосуглинистого состава с хрупкой пористой поверхностной супесчаной коркой. Поверхность Северо-Аральской провинции, как известно, также подвергается воздействию эоловых процессов значительной интенсивности.

Космический мониторинг данного региона позволил зафиксировать ряд мощных пыльных бурь (Рис. 2) в период 2005...2006 гг., причем интенсивное пыление в этом районе началось с лета 2005 года. Более ранние съемки этого полигона не зафиксировали ни очагов пыления, ни пыльных бурь.

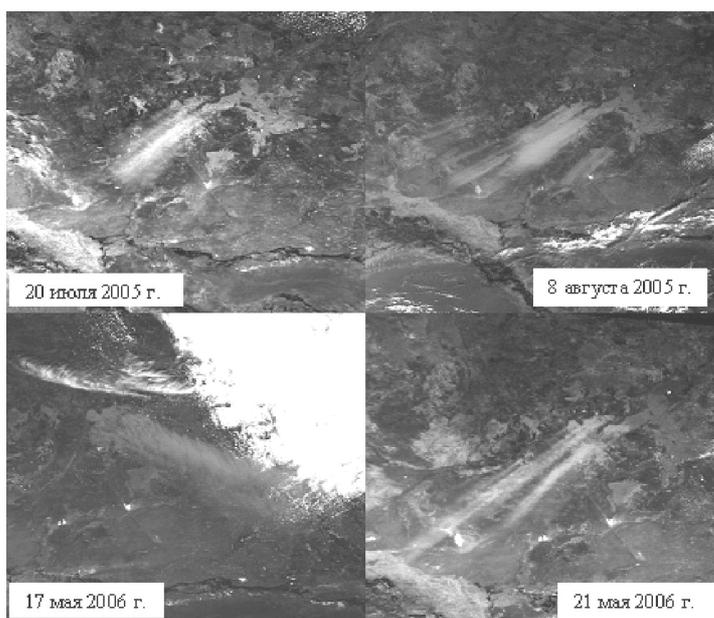


Рис. 2. Эпизоды пыльных бурь зафиксированные по космоснимкам.

Дальнейшие исследования позволили выявить причину возникновения очагов выноса аэрозоля. С этой целью были проанализированы данные космического мониторинга в тепловом диапазоне. Как показали эти снимки, в июне – июле 2005 г. в этом районе полыхали степные пожары. В результате выгорела растительность, и именно эти места стали источниками пыления и, как следствие, сформировался процесс интенсивного ветрового выноса частиц почвогрунтов, песков и солей.

Для распознавания ландшафтных изменений и выделения источников пыльных бурь была использована процедура «Анализ изменения пространственных объектов во времени (Change Detection)». Результаты анализа представляют собой распределение вероятности изменения каждого пикселя. На цветном изображении в красноватой палитре изображены пиксели, для которых вероятность изменения составляет 90...100 % (рис. 3). На космоснимках хорошо идентифицируются источники пыльных бурь. Анализ показал, что в результате пожаров 2005 г. образовались очаги пыльных бурь общей площадью 4500 км².

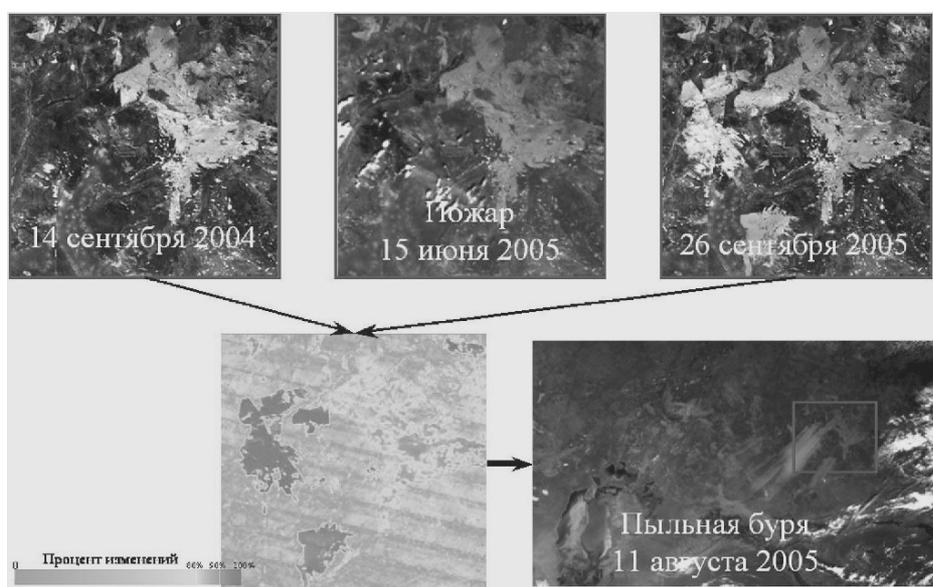


Рис. 3. Выявление источников пыльных бурь по космоснимкам.

Для поиска и описания физических характеристик источников выноса аэрозоля, обнаруженных на космических снимках Центрального Казахстана за осенний период 2005 г., в мае 2006 г. была проведена экспедиция в районы, расположенные восточнее и южнее г. Жезказгана.

Во время экспедиции отобраны пробы песка для определения функции распределения частиц песка по размерам и вычислений парамет-

ров этих функций. Образцы взяты из песков Талды, Жетиконьр и севернее поселка Жайрем. Проведена ландшафтная фотосъемка для геоморфологической характеристики поверхности песков, крупного солончака Кутансор и степи в районе меднорудного месторождения Жаманайбат. Из солончака Кутансор взята соль с его поверхности для продувки в аэродинамической трубе КазНИИЭЖ с целью определения критического значения скорости начала ее развевания ветром.

Проведенная экспедиция подтвердила, что объектом интенсивного развевания стали большие площади песчаных почв на левой стороне долины реки Сарысу, прилегающие к пескам Жетиконьр с запада. Поверхность, сложенная этими песчаными почвами, представляет собой слабо волнистую равнину. Причиной начала их выветривания стали пожары сухой растительности летом 2005 г., в результате чего песчаная почва оказалась полностью лишена растительного покрова (Рис. 4).



Рис. 4. Источники интенсивного потока аэрозолей в атмосферу, вызванные пожарами растительного покрова. Во время экспедиционного исследования в мае 2006 г. поверхности, образовавшиеся после пожара, остались оголенными – растительность на них не развивается. При ветрах скоростью 5...7 м/с, которые наблюдались во время наших обследований, на этих поверхностях наблюдались слабые пыльные бури. Очевидно, что в районах с повышенными скоростями ветра степные пожары на легких по механическому составу почвах способствуют развитию на них интенсивных дефляционных процессов. Процесс дефляции почвогрунтов является функцией большого числа параметров, характеризующих как состояние приземного слоя атмосферы, так и деятельного поверхностного слоя грунта. Как показывают выполненные исследования, такие важные характеристики выдувания песка и почв, как критическая скорость начала выветривания частиц твердой фазы, критическое значение влажности песка, горизонтальный и вертикальный поток массы определяются дисперсным составом, т.е. функцией

распределения частиц по размерам и, главным образом, средним геометрическим размером зерен. Поэтому изучение дисперсного состава песка и почв является одной из основных задач при моделировании песчаных и пыльных бурь. Основные результаты проведенной экспедиции отражены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты ситового анализа образцов песка, отобранных на песчаных массивах юго-запада Карагандинской области

Номер образца	Доля частиц размером меньше x (мкм), %									
	50	73	100	140	200	250	315	500	1100	2000
1	0,7	1,5	2,8	9	14	19,2	27,9	38,6	58,7	99,9
2	0	0	0,1	8,3	21,9	36,1	56,4	83,3	98,5	99,9
3	0,1	0,2	0,4	10	12,6	14,9	18,7	25,1	75,8	99,9
4	1,8	2,3	13,4	34,3	36,7	37,9	41	43,1	59,5	99,9
5	0,7	1,3	2,5	34	55,3	63,4	69,3	77,5	95	99,9
6	0	0	0,2	8,3	24,1	39,5	56,7	84,4	99,3	99,9
7	0,3	0,5	0,6	2	4,3	10,9	31,5	84,4	99,3	99,9
8	1	7,6	16,6	31,7	36,3	42,4	59,1	82,4	90,9	99,9
9	0	0,2	1,9	7	9,2	12,7	23,9	55,5	76,6	99,9
10	5,1	11,6	18,4	36,3	42,5	48,8	64,6	85,2	90,6	99,9

Таблица 2

Параметры распределения частиц песка по размерам в различных местах песков Талды, Жетиконыр и севернее пос. Жайрем (Караган. обл.)

№ образца	Координаты места отбора проб		Характеристика песков и места отбора проб	Параметры распределения	
	с.ш.	в.д.		x_0 , мкм	$\sigma_{г\ x}$
1	48°34,17'	70°25,56'	Пески пологоволнистые хорошо закрепленные	452	218
2	46°56,12'	68°30,04'	Пески бугристые, закрепленные, с язвами дефляции	274	0,18
3	46°55,12'	68°36,01'	Пески грядово-бугристые закрепленные ($h = 6 \dots 8$ м)	не определены	
4	46°59,84'	68°41,62'	Пески грядово-бугристые полузакрепленные ($h = 5$ м), дефляции нет	не определены	
5	47°02,64'	68°39,92'	Пески грядово-бугристые, полузакрепленные, дефляции нет	230	0,22
6	46°56,18'	68°30,96'	Пески грядово-бугристые с котловинами выдувания на вершинах, полужакрепленные	274	0,18
7	47°00,12'	68°32,25'	Бархан рядом с песчаной равниной, с которой происходит вынос	354	91
8	47°00,12'	68°32,25'	Наносы песка (транспортная форма) на краю песчаной равнины	211	0,26

№ образца	Координаты места отбора проб		Характеристика песков и места отбора проб	Параметры распределения	
	с.ш.	в.д.		μ_0 , мкм	$\sigma_{lg x}$
9	47°00,12'	68°32,25'	Коса навевания на поверхности равнины (h = 30 см)	332	0,23
10	47°00,12'	68°32,25'	Песчаная почва на глубине 5 см от поверхности	193	0,33

Примечание: У образцов 1 и 7 нормальное распределение с параметрами μ_x и σ_x .

На каждый взятый образец была построена эмпирическая интегральная кривая распределения частиц песка по размерам и получено подробное описание источников атмосферного аэрозоля.

В результате проведенной экспедиции были собраны основные входные данные для построения маски очагов выноса аэрозоля на базе данных космического зондирования, т.е. карты источников пыльных бурь, обладающих эмиссионной способностью различной интенсивности и различного дисперсного состава. Кроме того в карту источников занесены данные, необходимые для дальнейшего моделирования пыльных бурь, такие как критическая динамическая скорость для различных типов выдуваемой поверхности.

Карта источников пыльных бурь данного региона строилась на базе данных дистанционного зондирования. Обработка космических снимков среднего разрешения, основываясь на данных наземных исследований, дает возможность построить ландшафтную карту изучаемого района с указанием классов песчаных массивов [2] и, в конечном итоге обеспечивает выделение маски источников пыльных бурь различной эмиссионной способности.

Для анализа выбирались безоблачные космоснимки в период проведения экспедиционных работ. Дальнейшая обработка шла с использованием современного инструмента объектно-ориентированного дешифрирования изображений – Definiens Professional 5.0 (Definiens AG – The Image Intelligence Company. <http://www.definiens.com>).

В этом программном продукте реализован многоступенчатый итеративный процесс выделения и классификации объектов на изображении на основе методов, закладываемых в базу знаний. Вначале проводится сегментация, то есть выделяются области однородности яркости, цвета и текстуры, каждая из которых выделяется в отдельный полигон (сегмент) (Рис. 5).

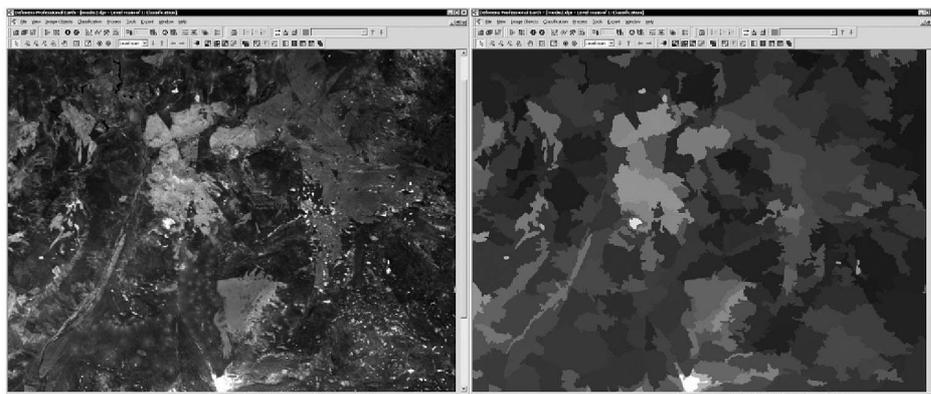


Рис. 5. Сегментация космоснимка.

После сегментации каждый полигон относится к тому или иному классу объектов соответственно описаниям, заданным в базе знаний. Таким образом, получается первый вариант дешифрирования изображения. Теперь, на основе проведенной классификации, возможны операции разбиения, слияния и изменения классовой принадлежности сегментов на основе их пространственных отношений. Полученные в итоге объекты экспортируются в векторный формат для передачи в ГИС, при этом они сопровождаются атрибутами, описывающими свойства объектов.

Для исследуемого полигона проводилась классификация обнаруженных очагов пыльных бурь (выгоревших поверхностей, песчаных барханов, солончаков) с указанием данных, полученных при полевых исследованиях (Рис. 6). Идентифицированные источники в векторном формате экспортировались в геоинформационную систему.

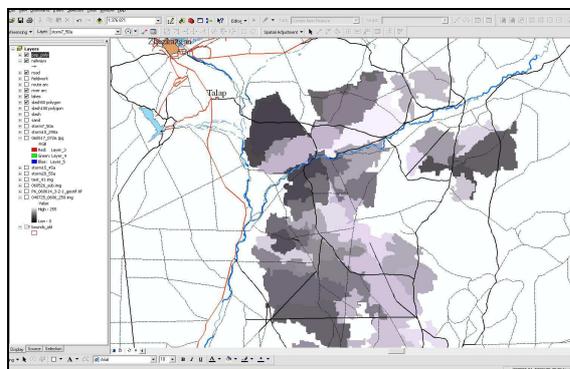


Рис. 6. Карта источников пыльных бурь.

Полученная таким образом карта источников пыльных бурь используется в качестве входной информации для геоинформационного моделирования процессов пыльных бурь.

В рамках данной работы, используя данные экспедиционных исследований, была построена серия основных и вспомогательных моделей для расчета подъема и выноса аэрозолей. Эти модели накапливаются в виде специальных подпрограмм в блоке процедур обработки. Далее на их основе строится технология моделирования рассматриваемого процесса.

Процесс моделирования состоит из двух этапов:

1. Первичная обработка, которая включает процесс подготовки входных пространственных данных путем векторизации и GRID-преобразований. Этот этап является необходимым в подготовке требуемых данных для математического моделирования.

2. Собственно процесс моделирования, который предполагает последовательный расчет подъема и переноса аэрозольных частиц. Созданная иерархия моделей состоит из следующих подпрограмм: DS_MASS – расчет дисперсной структуры подстилающей песчаной поверхности и мощности поверхностного источника (потока массы) (Рис. 7); DS_GAUSS – расчет шлейфа пыльной бури по Гауссовой модели.



Рис. 7. Расчет мощности поверхностного источника.

Задачей геоинформационного моделирования является также и построения интерфейса с пользователем (в том числе с исследователем). С этой целью был разработан ряд сервисных программ визуализации полученных результатов (Рис. 8). Завершающим этапом моделирования является верификация полученных результатов путем сравнения с данными дистанционного зондирования.

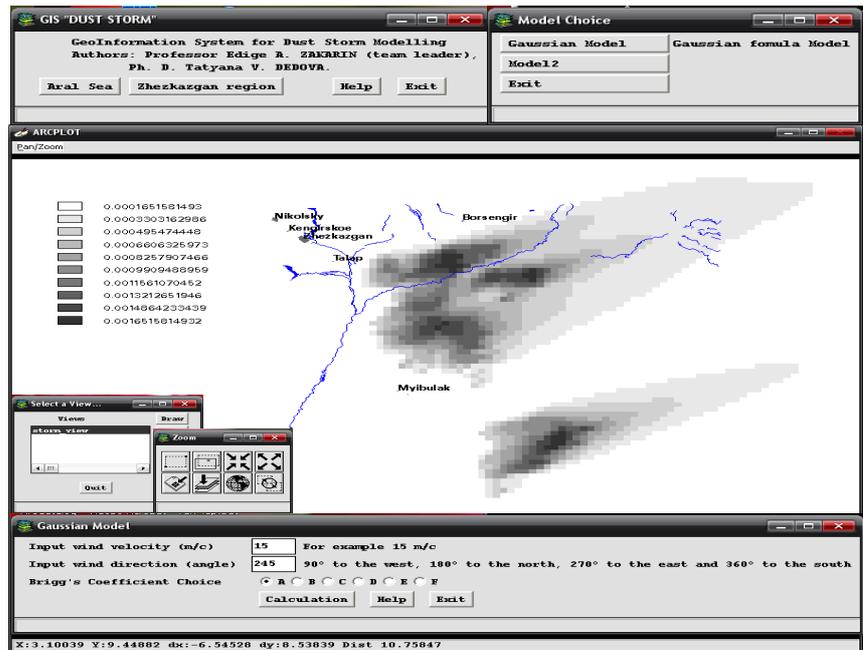


Рис. 8. Моделирование пыльных бурь.

В качестве тестового прогона разработанной технологии были выбраны зафиксированные с помощью космического мониторинга эпизоды пыльных бурь. В первом случае была выбрана пыльная буря 11 августа 2005 года. Снимок бури получен со спутника TERRA /MODIS 11 августа 2005 06:19 (GMT). По данным метеорологических наблюдений (табл. 3) на эту дату в г. Жезказган зафиксированы следующие значения [Архив фактической погоды. <http://meteo.infospace.ru>].

Таблица 3

Наблюдения в течение суток (атмосфера) 11.08.2005 г., г. Жезказган

Местное время / GMT	Температура воздуха, °С	Давление, мм (гПа)	Относительная влажность, %	Точка росы, °С	Ветер		Видимость, км
					d	v, м/с	
00:00 / 18:00	22,1	754 (1006)	40	8,0	СВ	8	20
06:00 / 00:00	14,6	757 (1009)	52	5,0	СВ	10	20
12:00 / 06:00	19,3	758 (1010)	30	1,1	СВ	7	20
18:00 / 12:00	22,6	757 (1010)	19	-1,9	СВ	6	20
Среднее	19,6	756 (1009)	35			8	

В соответствии с метеорологическими данными для моделирования был выбран северо-восточный ветер скоростью 7 м/с (Рис. 9). Во втором случае была выбрана пыльная буря, зафиксированная на снимке со спутника TERRA /MODIS 17 мая 2006 г. 07:26 (GMT). Результаты наблюдений на метеорологической станции в г. Жезказгана в этот день приведены в табл. 4 [Архив погоды. <http://www.gismeteo.ru/synarc.htm>].

Таблица 4

Наблюдения в течение суток (атмосфера) 17.05.2006 г., г. Жезказган

Время GMT	Температура, °C	Давление, мм	Влажность, %	Ветер		Облачность	Явления
				d	v, м/с		
00:00	10	726	76	3	10	40	Нет
03:00	13	726	58	3	10	40	ПЫЛЬ
06:00	18	727	39	3	9	10	ПЫЛЬ
09:00	23	730	20	СЗ	9	60	ПЫЛЬ
12:00	24	732	20	СЗ	8	70...80	Нет
15:00	21	733	35	СЗ	4	Ясно	Нет
18:00	12	735	66	Штиль		Ясно	Нет

Для моделирования был выбран западный ветер скоростью 9 м/с (Рис. 9).

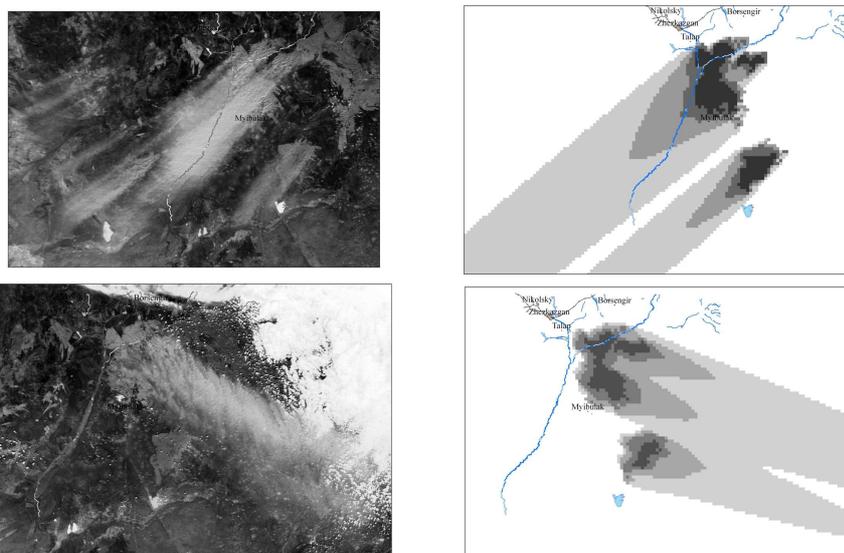


Рис. 9. Сопоставление результатов моделирования с данными дистанционного зондирования.

Дальнейший мониторинг исследуемого района показал, что начиная с 2007 г., стало наблюдаться уменьшение частоты и интенсивности пыльных бурь. С 2009 г., не удалось зафиксировать пыльные бури из космоса на тестовом полигоне. Тематическая обработка космоснимков показала, что на данной территории восстановился растительный покров, что привело к прекращению процессов пыльных бурь. Тем не менее, обширность территорий, динамичность процессов пыльных бурь в республике в целом диктует использование современных методов математического моделирования и дистанционного зондирования. Таким образом, разработанная ГИС-технология мониторинга и моделирования пыльных бурь позволит не только описывать процесс пыльных бурь, выполнять их комплексный анализ, оценивать масштабы процесса, но и будет являться чрезвычайно актуальной для выработки конкретных решений по управлению территорией в случае чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алоян А.Е., Андропова А.В., Арутюнян В.О., Гранберг И.Г., Кудерина Т.М., Пономарев В.М. Эмиссия и перенос почвенных частиц в аридных регионах (Калмыкия, Приаралье) // Тез. Конф. «Физика атмосферного аэрозоля» – М. 12-17 апреля 1999 г. – С. 17-18.
2. Мониторинг песчано-солевых бурь Арала. Отчет о НИР/ ИКИ (заключительный) Книга 3. Договор № 6ХД/98 “А”. – Алматы, 1999. – 87 с. Отв. исполн. Б.В. Гельдыев
3. Разаков Р.М., Косназаров В.А. Эоловый вынос и выпадение солепылевых частиц в Приаралье // Проблемы Аральского моря и природоохранные мероприятия. – Ташкент, 1987. – С. 24-32.
4. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. – Л.: Изд-во Ленинградского гос. ун-та, 1965. – 296 с.
5. Фаизов К.Ш. Почвы пустыни Бетпак-Дала // Известия НАН РК. Биологическая серия. – 1994. – №4. – С. 69-74.
6. Физико-географическое районирование СССР / Под. ред. Н.А. Гвоздецкого. – М.: Изд-во МГУ, 1968. – 576 с.
7. Dulas F., Takre D., Bermametti G., Buat-Menard P., Desbois M., Sutton D. Assessment of the African airborne dust mass over The Western Mediterranean sea using Meteosat data. // J. Geophysical Res. D. – 1992-97, №2. – P. 2489-2506.
8. Liu, Chuntao; Cheng, Linsheng.: Parameterization of mobilization and transport of sand-dust during black storm and mesoscale numerical ex-

periments // Acta Meteorologica Sinica, Beijing, China. – 1999. – 13(3) – P. 316-330.

9. Shuenn-Chin Chang, Charles C.-K. Chou, Wei-Nai Chen, Chung-Te Lee Asian dust and pollution transport comprehensive observation in the downwind Taiwan in 2006 // Atmospheric Research – 2010. – Volume 95. Issue 1. – P. 19-31.

АО «КАЗГЕОКОСМОС», г. Алматы,

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата, г. Алматы

ШАҢДЫ ДАУЫЛДАРДЫ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУДЫҢ ГАЗ-ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Техн. ғылымд. докторы	Е.А. Закарин
Техн. ғылымд. канд.	Т.В. Дедова
Физ.-мат. ғылымд. канд.	О.Е. Семенов
	А.П. Шапов
	Н.Б. Тусеева

Аэрозоль тасымалының ауқымдылығын кешенді түрде сараптап бағалауға мүмкіндік беретін шаңды дауылдарды модельдеу және бақылаудың ГАЗ-технологиясы анықталды. Жезқазған қаласынан оңтүстікке қарай орналасқан тесттік полигон аймағында шаңды дауылдардың эпизодтарының есептері бойынша модель сынағы өткізілді.

УДК 551.501: 629.195.1

РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИНЫ АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Доктор техн. наук	А.Х. Ахмеджанов
Канд. физ.-мат. наук	В.Н. Глушко
Канд. техн. наук	Т.К. Караданов

В данной работе представлены алгоритмы расчетов интенсивности уходящего излучения, альbedo земной поверхности и оптической толщины атмосферы для видимого диапазона по данным спутникового зондирования.

Моделирование природных процессов требует регулярного получения и анализа объективных данных о разных компонентах окружающей среды. Такие данные должны покрывать всю поверхность Земли, накапливаться в течение длительного периода и охватывать широкий спектр излучения. Эти свойства присущи данным спутникового зондирования [1-4]. Применение космических данных в решении различных задач оценки состояния природной среды имеют решающее значение. Ранее были разработаны методы улучшения их качества, методы распознавания земных объектов. Актуальной задачей является их максимальное использование для получения параметров состояния атмосферы и земной поверхности, дополняющие результаты наземных исследований оптических параметров атмосферы.

В данной работе представлены алгоритмы расчетов интенсивности уходящего излучения, альbedo земной поверхности и оптической толщины атмосферы для видимого диапазона по данным спутникового зондирования. Оптическая толщина среды τ_{λ} , характеризует ослабление оптического излучения в среде, за счёт совместного действия поглощения и рассеяния излучения, обусловленного многократным рассеянием излучения в атмосфере.

Радиометр MODIS состоит из двух сканирующих спектрометров, один из которых (MODIS-N) снимает в надир, а ось съемки другого (MODIS-T) может быть отклонена. 36 спектральных зон MODIS охватывают диапазон с длинами волн от 0,4 до 14,4 мкм. Съемка в двух зонах (620...670 и 841...876 нм) ведется с разрешением 250 м, в пяти зонах видимого и ближнего инфракрасного диапазона – с разрешением 500 м, а в

остальных (диапазон от 0,4 до 14,4 мкм) – 1000 м. Измеряемые на спутнике величины: интенсивность поступающего на сканер излучения $\text{вт/м}^2 \cdot \text{мкм} \cdot \text{ср}$ (radians), отношение поступающего на сканер излучения к спектральной солнечной постоянной, а также материалы NASA для сканера MODIS дают возможность определения количественных значений физических параметров атмосферы.

Для расчета оптической толщины атмосферы применялась спектральная функция прозрачности атмосферы из документации MODIS для среднеширотных условий. В настоящее время экспериментально, используя метод Бугера-Лэнгли, можно измерить только общую оптическую толщину атмосферы $\tau(\lambda)$. Были проведены более 200 измерений оптической толщины атмосферы на экспериментальной площадке (Каменском плато Алматинской области) в течение летних месяцев в 2001...2006 годах по 6 значениям длин волн: 0,421; 0,478; 0,540; 0,668; 0,796 и 1,280 мкм. Зависимость оптической толщины атмосферы от длины волны на основе функции прозрачности атмосферы по документации MODIS для среднеширотных условий удовлетворяет средним значениям наземных измерений. Первым этапом является расчет интенсивности уходящего излучения, фиксируемого на спутнике. Космическое изображение, восстановленное с применением программного пакета ENVI – 4 конвертируется в ASCII таблицу и с помощью калибровочных коэффициентов пересчитывается в матрицу. В этой матрице каждому пикселю соответствует значение интенсивности уходящего излучения с соответствующей размерностью ($\text{вт/м}^2 \text{ мкм ср}$).

Вторым этапом является определение альbedo подстилающей поверхности. В настоящее время применяется параметр A_λ , характеризующий отражательную способность подстилающей поверхности и определяемый как отношение поступившего сигнала на спутник к спектральной солнечной постоянной. Вычисления проводились последовательно с использованием семи вычислительных комплексов: IMAPP и PGE 03, 11-13, 22, 23 четвертой версии.

Следующим этапом является расчет оптической толщины атмосферы. Оптическая толщина (оптическая толща) среды τ_λ , безразмерная величина, характеризующая ослабление оптического излучения в среде за счёт совместного действия поглощения света и рассеяния света (но без учёта эффектов усиления излучения, обусловленного многократным рассеянием). Учитывая различие в рассеянии прямой и рассеянной радиации, удобно разделить последние члены в уравнениях переноса излучения в

атмосфере на две части – на однократное и многократное рассеяние. Наземные экспериментальные работы показали, что в полном рассеянии солнечного излучения большую часть составляет однократное рассеяние (свыше 80 %). При условии однократного рассеяния излучения в атмосфере введем средневзвешенную индикатрису, учитывающую релеевское и аэрозольное рассеяние. Средневзвешенная индикатриса в нижних слоях атмосферы в основном определяется аэрозольной составляющей, которая оказывается намного больше релеевской. С ростом высоты концентрация аэрозолей в атмосфере убывает и увеличивается роль релеевского рассеяния. Однако данные наблюдений показывают, что и в верхних слоях атмосферы встречаются замутненные слои, в которых индикатриса рассеяния сильно вытянута вперед. Вообще изменчивость индикатрисы и оптических толщин наряду с чисто математическими трудностями приводит к практической невозможности корректного решения уравнений переноса рассеянной радиации. Изменение индикатрисы с высотой не очень сильно влияет на поток рассеянной радиации (в отличие от интенсивности). Поэтому реальную средневзвешенную индикатрису можно заменить осредненным по высоте значением $\bar{\chi}_{\lambda cp}$. В таком случае обыкновенное неоднородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами решается методом Лагранжа. Его решение имеет вид

$$J_{\lambda}^{\uparrow} = \frac{A_{\lambda}}{\pi} \left[S_{\lambda 0} \cos \vartheta_0 e^{-\tau_{\lambda} \sec \vartheta_0} + D_{\lambda}(0) \right] e^{-\tau_{\lambda} \sec \vartheta} + \frac{S_{\lambda 0} \bar{\chi}_{\lambda cp} \sec \vartheta}{\sec \vartheta + \sec \vartheta_0} \left[1 - e^{-\tau_{\lambda} (\sec \vartheta_0 - \sec \vartheta)} \right],$$

$$J_{\lambda}^{\downarrow} = \frac{S_{\lambda 0} \bar{\chi}_{\lambda cp} \sec \vartheta}{\sec \vartheta_0 - \sec \vartheta} \left[1 - e^{-\tau_{\lambda} \sec \vartheta_0} \right],$$

$$D_{\lambda}(0) = 2\pi S_{\lambda 0} \bar{\chi}_{\lambda cp} \left[1 - e^{-\tau_{\lambda} \sec \vartheta_0} \right] \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin \vartheta}{\sec \vartheta_0 - \sec \vartheta} d\vartheta,$$

где J_{λ}^{\uparrow} и J_{λ}^{\downarrow} – восходящее и нисходящее излучения, A_{λ} – альbedo земной поверхности, $S_{\lambda 0}$ – спектральная солнечная постоянная, ϑ_0 – угол Солнца, τ_{λ} – оптическая толщина атмосферы, ϑ – угол зондирования.

Эти соотношения дают спектральную интенсивность восходящей и нисходящей рассеянной радиации на произвольном уровне $\tau_{\lambda}(z)$ в безоблачной атмосфере. Интенсивность рассеянной радиации на рассматриваемом уровне складывается из интенсивности лучей, рассеянных всеми вы-

шележащими или нижележащими слоями. Полагая, что J_{λ}^{\uparrow} – измеряемая на спутнике интенсивность отраженного излучения с выбранного участка земной поверхности с известным значением альбеда A_{λ} , а χ_{κ} – усредненное значение индикатрисы для однократного рассеяния можно определить оптическую толщину атмосферы:

$$\tau_{\lambda} = \left(\left(\sqrt{b^2 - 4ac} \right) - b \right) / 2a,$$

$$\text{где } a = A_{\lambda} \left[\frac{1}{\pi} - \chi_{\lambda} (1 + \cos \vartheta_o \ln(\cos \vartheta - \cos \vartheta_o)) \right],$$

$$b = \chi_{\kappa} \left\{ \frac{\sec \vartheta_o - \sec \vartheta}{\sec \vartheta_o + \sec \vartheta} \sec \vartheta_o + A_{\lambda} \left[\frac{1}{\pi} - 2 \cos \vartheta_o (1 + \cos \vartheta_o \ln(\cos \vartheta - \cos \vartheta_o)) \right] \right\}.$$

При многократном рассеянии излучения в атмосфере поступивший сигнал на спутник $J_{cn\lambda}^{\uparrow}$ формируется за счет отраженного от земной поверхности сигнала и рассеянного в атмосфере излучения.

$$J_{cn\lambda}^{\uparrow} = \frac{A_{\lambda}}{\pi} \left(S_{\lambda}^{\downarrow} \cos \vartheta_o + J_{амм\lambda}^{\downarrow} \right) \cdot e^{-\frac{\tau_{\lambda}}{\cos \vartheta}} + J_{амм\lambda}^{\uparrow},$$

где S_{λ}^{\downarrow} – спектральная солнечная постоянная, $J_{амм\lambda}^{\downarrow}$ – рассеянное вниз излучение, $J_{амм\lambda}^{\uparrow}$ – рассеянное вверх излучение.

Если подобрать такой участок водной поверхности, где альбеда стремиться к нулю, то можно определить $J_{амм\lambda}^{\uparrow}$. Для нахождения значения $J_{амм\lambda}^{\downarrow}$ рассмотрим соотношения прямого и рассеянного излучений, попадающих на земную поверхность.

В среднем для оптического диапазона (около 500 нм) было принято следующее соотношение

$$J_{амм\lambda}^{\downarrow} = 0,2 \cdot E_{\lambda}^{\downarrow}.$$

В результате получено следующее выражение для приближенного расчета оптической толщины атмосферы

$$\tau_{\lambda} = -\cos \vartheta \ln \left[\frac{J_{cn\lambda}^{\uparrow} - J_{амм\lambda}^{\uparrow}}{\frac{A_{\lambda}}{\pi} E_{\lambda}^{\downarrow} (0,2 + \cos \vartheta_o)} \right].$$

Для расчетов интенсивности уходящего излучения, альбеда земной поверхности и оптической толщины был выбрано побережье Каспийского моря (рис. 1а).

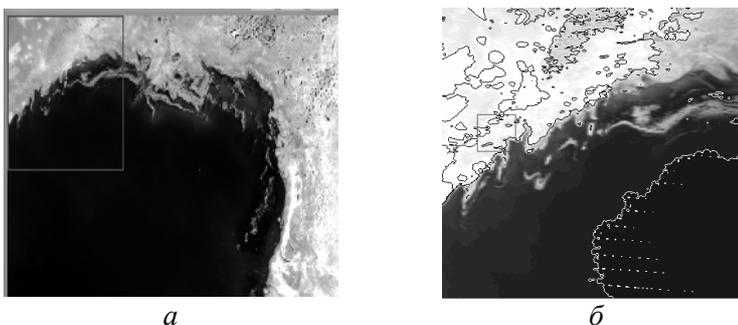


Рис. 1. а – Космический снимок побережья Каспийского моря с расчетной территорией, б – расчетное распределение значений оптической толщины атмосферы с выделенным участком.

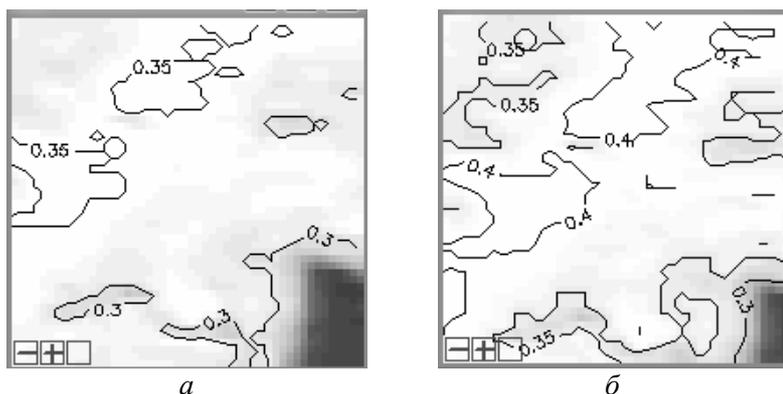


Рис. 2. Распределение значений оптической толщины атмосферы на выделенном участке в увеличенном виде (а – однократное рассеяние, б – многократное рассеяние).

Выделенный квадрат является расчетным участком. Результаты расчетов оптической толщины атмосферы приведены на рис. 1б и 2а, 2б.

Применение спутниковой информации при расчетах оптической толщины атмосферы дает возможность исследования территориального распределения этого физического параметра, что может позволить не только проводить атмосферную коррекцию космических изображений, но и изучать физические процессы поглощения и рассеяния солнечного излучения в атмосфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков А.В., Тимофеев Ю.М. Предельные точности восстановления вертикальных профилей атмосферных параметров (спутниковый метод прозрачности). // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2003. – Т. 39. – № 2. – С. 262-268.

2. Elterman L. Atmospheric attenuation model, in the ultraviolet, the visible, and the infrared windows for altitudes to 50 km // Environ. Res. Paper N46. U.S. Air Force Cambridge Research Laboratory. – Bedford, Mass, 1964. – 57 p.
3. Elterman L. UV, visible, and IR-attenuation for altitudes to 50 km // Environ. Res. Paper N285. (U.S. Air Force Cambridge Research Laboratory), 1968. – 59 p.
4. Penndorf R. Tables of the refractive index for standard air and the Rayleigh scattering coefficient for the spectral region between 0,2 and 20,0 μ and their application to atmospheric optics // J. Opt. Soc. Am.. – 1957. – V. 47. – P. 176-182

Институт космических исследований, г. Алматы

АТМОСФЕРАНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАЛЫҢДЫҒЫН СПУТНИКТІК БАРЛАУ МӘЛІМЕТТЕРІМЕН ЕСЕПТЕУ

Техн. ғылымд. докторы	А.Х. Ахмеджанов
Физ.-мат. ғылымд. канд.	В.Н. Глушко
Техн. ғылымд. канд.	Т.К. Караданов

Берілген жұмыста кетіп бара жатқан сәулелену қарқындылығын есептеу алгоритмдері, жер бетінің альбедосы және спутниктік барлау мәліметтерімен көру шегіндегі атмосфераның оптикалық қалыңдығы көрсетілген.

УДК 551.579

**О ПОВТОРЯЕМОСТИ ЗАСУХ В ЗЕРНОСЕЮЩИХ ОБЛАСТЯХ
КАЗАХСТАНА**

Канд. геогр. наук С.С. Байшоланов

Исследована повторяемость засух в основных зерносеющих областях Казахстана за период с 1966 по 2010 гг. Рассмотрена динамика показателя засухи в Западно-Казахстанской, Северо-Казахстанской и Павлодарской областях.

Гидрометеорологические явления, имеющие степень стихийных и опасных, наносят серьезный ущерб сельскому хозяйству. Опасные для сельскохозяйственного производства явления погоды – понятия биоклиматические, поскольку они рассматриваются по реакции растений и сельскохозяйственных животных на погоду, и характеризуются агрометеорологическими и биологическими показателями.

К опасным для сельскохозяйственного производства агрометеорологическим явлениям, в теплый период года относят: заморозки, засухи, суховеи, сильные ливни и град, сильные ветры и пыльные бури. Анализ неблагоприятных агрометеорологических явлений за период 2005...2009 гг., вызвавших значительное или полное уничтожение посевов на территории Казахстана показал, что доля атмосферной и почвенной засухи составляет около 80 %, ливневого дождя и града – 14 %, заморозков – 2 %, переувлажнения почвы – 2 %, сильных морозов и сильных ветров – по 1 %. Самым распространенным и опасным явлением в земледельческих районах Казахстана является засуха.

Засуха наносит сельскому хозяйству значительный экономический и экологический ущерб. Большая часть равнинной территории Казахстана является засушливой, но эпизодические засухи наблюдаются по всей территории. Засуха различной интенсивности и продолжительности наблюдается почти ежегодно.

Засуха – природное явление, характеризующееся длительным отсутствием осадков, повышенными температурами воздуха и почвы, ветрами. В комплексе это приводит к истощению влаги в почве, нарушению водного баланса растений и недобору урожая или к гибели

всех посевов. Можно выделить три типа засухи: атмосферная, почвенная и общая (атмосферно-почвенная).

Возникновение засухи в Казахстане связано с особенностями общей циркуляции атмосферы. Засуха устанавливается почти на всей территории Казахстана, когда антициклоны Азорского происхождения перемещаются с запада на восток, создавая полосу высокого давления, охватывающую всю территорию республики [7]. Географическая разобщенность атмосферных засух проявляется при вторжении арктического воздуха с севера или с северо-запада (с акваторий Баренцева и Карского морей) и формирования мощного антициклона. Если арктический воздух с Карского моря поступает на территорию Западной Сибири, стационарный антициклон формируется над центральным и восточным Казахстаном. Следовательно, атмосферная засуха наблюдается на востоке Казахстана. Запад республики в это время подвержен действию циклонов. Если арктический воздух вторгается с акватории Баренцева моря на западную часть России, центр стационарного антициклона располагается над Уралом. Соответственно, засуха наблюдается на западе республики. В работе [2] исследованы синоптические условия образования засухи в 1984 году. Тогда засушливые условия сложились в результате периодического вторжения ядер высокого давления (Азорского) с запада.

Существует множество методов оценки засухи. Прямым и более надежным показателем засухи является запасы продуктивной влаги в почве. В странах СНГ, в том числе и в Казахстане, запасы продуктивной влаги в почве (ЗПВ) определяются термостатно-весовым методом. Он дает возможность определения ЗПВ по глубине залегания корневой системы растений, но не отображает пространственно поля влажности, т.е. характеризует только данное с/х поле, и их нельзя распространять на большую территорию. Учитывая это и редкую сеть станций, определяющих ЗПВ в Казахстане (115 на всю территорию), очень сложно проводить полноценную оценку засухи. Следовательно для оценки засухи используются различные косвенные методы. Например, в качестве оценки атмосферной засухи широко используется гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова, коэффициенты увлажнения Д.И. Шашко, П.И. Колоскова, А.В. Процорова, Н.Н. Иванова, показатель засушливости Д.А. Педя и т.д. Общую засуху можно оценить с помощью коэффициентов увлажнения Е.С. Улановой, Н.В. Бова [3, 4, 6, 7]. Однако, эти

агроклиматические показатели не всегда выявляют засуху и не в полной мере отражают влияние засухи на продуктивность сельскохозяйственных культур. Об этом говорится и в работе [1], где засуха оценивается с помощью 4 показателей (Д.А. Педь, Г.Т. Селянинов, Д.И. Шашко, Н.Н. Иванов) и исследуется их связь с урожайностью пшеницы. Кроме того, возникает необходимость оценки степени засухи и ее влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур относительно климатических норм конкретного региона (с учетом биоклиматического потенциала). Средние условия увлажнения региона с умеренным биоклиматическим потенциалом могут быть недостаточными для региона с высоким биоклиматическим потенциалом. Например, условия увлажнения, аналогичны среднемноголетним значениям (нормальное) в Западно-Казахстанской области, могут вызвать значимое снижение урожая на Украине, соответственно оно будет восприниматься как засуха.

Обобщенным критерием засухи считается уровень снижения урожайности [4]. В условиях засушливого климата урожайность сельскохозяйственных культур может служить хорошим показателем засушливых явлений. Так как недобор урожая в Казахстане, в основном, связан с недостатком влаги, уровень урожая основной возделываемой культуры показывает степень влагообеспеченности вегетационного периода, т.е. он может служить показателем общей засухи. Но для этого от полного значения урожайности необходимо отделить долю погодных условий.

Урожайность в каждом конкретном году формируется под воздействием комплекса факторов, которые можно разделить на две составляющие: уровень культуры земледелия и погодные условия [5]. Соответственно, многолетний временной ряд урожайности можно разделить на две составляющие: стационарную и случайную. Фактическая урожайность сельскохозяйственных культур рассматривается как сумма стационарной и случайной величины.

Стационарная составляющая временного ряда урожайности обуславливается уровнем культуры земледелия, экономическими и природными особенностями региона. Она характеризует общую тенденцию изменения урожайности за рассматриваемый период и представляется плавной сглаженной линией, описываемой уравнением прямой или параболы 2-го или 3-го порядков. Уровень культуры земледелия оказывает влияние на урожайность сельскохозяйственных культур не только в текущем году, но и в последующие годы, т.е. сельское

хозяйство отличается определенной инерционностью. Поэтому линия тренда достаточно точно характеризует средний уровень урожайности, обусловленный культурой земледелия, экономическими и природными особенностями данного региона. При правильном определении среднее трендовое значение урожайности равняется значению среднесуточному урожайности. Это доказывает, что оно также учитывает и местные природные, т.е. почвенно-климатические особенности.

Случайная составляющая временного ряда урожайности обуславливается погодными особенностями отдельных лет, определяет их влияние на формирование урожая и представляется отклонениями от линии тренда. Колебание урожайности около линии тренда характеризует степень благоприятности или неблагоприятности погодных условий в отдельные годы.

Для оценки степени благоприятности или засушливости вегетационного периода (в том числе и общую засуху) предлагаем использовать относительный показатель доли погоды в формировании урожая яровой пшеницы в отдельные годы, относительно среднесуточных условий.

Относительный показатель доли погоды в формировании урожая (dP) конкретного года можно вычислить как отклонение от средней трендовой урожайности (\bar{Y}_{mp}) разности фактического (Y_{ϕ}) и трендового (Y_{mp}) значения урожайности, переведенное в проценты относительно средней трендовой урожайности (\bar{Y}_{mp}), за многолетний период:

$$dP = \left(\frac{\bar{Y}_{mp} + (Y_{\phi} - Y_{mp})}{\bar{Y}_{mp}} \right) \cdot 100 - 100. \quad (1)$$

Относительный показатель доли погоды в формировании урожая оценивает степень общей засухи в конкретном году, относительно климатических норм рассматриваемой области. Его значения принимают в неблагоприятные годы отрицательный знак, в благоприятные годы положительный знак. Для оценки степени засухи предлагаем градации аналогичные критериям А.В. Процера (снижение среднего урожая до 20 % – слабая засуха, от 20 до 50 % – средняя и более 50 % – сильная) [6].

Учитывая, что в неблагоприятных погодных явлениях в Казахстане засуха имеет долю 80 %, по значениям показателя доли погоды в

формировании урожая (dP , %), можно оценить степень засухи (общей засухи) по следующим градациям:

dP , %	Оценка условий увлажнения
< -50	сильная засуха
-49...-20	средняя засуха
-19...0	слабая засуха (слабое увлажнение) или другие неблагоприятные погодные явления
> 0	погодные условия благоприятнее среднесноголетних значений

На основе средней областной урожайности яровой пшеницы за 1966...2010 гг. были рассчитаны показатели доли погоды в формировании урожая (dP , %) в 8 основных зерносеющих областях. Далее за этот период были выявлены годы с сильными и средними засухами (табл. 1). Анализ показал, что на территории республики засуха устанавливается очень часто. Засуха, охватывающая преобладающую зерносеющую территорию республики, за последние 45 лет наблюдалась 7 раз: в 1975, 1977, 1984, 1991, 1995, 1998 и 2010 году. Соответственно вероятность установления засухи на преобладающей территории зерносеющей зоны Казахстана составляет 16 %, т.е. она имеет вероятность повторения 1 раз в 7 лет.

Таблица 1

Сильные (**) и средние (*) засухи в зерносеющих областях Казахстана за период 1966...2010 гг.

Год	Область							
	Западно-Казахстанская	Актюбинская	Костанайская	Северо-Казахстанская	Акмолинская	Карагандинская	Павлодарская	Восточно-Казахстанская
1967	**	**			*	*	**	
1968			*					*
1969	*	*					*	
1970					*	*	*	
1971								**
1972	**							
1974			*	*	*	**	*	**
1975	**	**	**	**	*	*	*	
1976							*	
1977	**	*	*		*	**	*	*
1980	*					*		

Год	Область							
	Западно-Казахстанская	Актюбинская	Костанайская	Северо-Казахстанская	Акмолинская	Карагандинская	Павлодарская	Восточно-Казахстанская
1981	*						**	*
1982	**			*	*	**	**	*
1983				*	*		*	
1984	*	**	**	*	**	**		
1985		**						
1988		*	*					
1989			*	*			*	
1990								*
1991	*	**	**	*	*	*	*	*
1994					*	**		
1995	*	*	**	*	*	**	*	*
1996	**	**					*	*
1997					*	**	*	*
1998	**	**	**	*	**	*	*	
1999	**							
2004			*					
2005	**	*				*	*	
2006		**						
2008					*	*	**	**
2009	**							
2010	**	**	**	*	*	*		

Повторяемость сильных и средних засух, приносящих значительный урон сельскому хозяйству, по рассматриваемым областям приведена в табл. 2. В основных зерносеющих областях Казахстана повторяемость значимых для сельского хозяйства засух (снижающая урожай на 20 % и более) колеблется в пределах от 22 до 40 %, и засухи имеют вероятность повторения:

- 1 раз в 3 года в Западно-Казахстанской, Актюбинской, Карагандинской, Павлодарской и Акмолинской областях;
- 1 раз в 4 года в Костанайской и Восточно-Казахстанской областях;
- 1 раз в 5 лет – в Северо-Казахстанской области.

Сильные засухи, приводящие к снижению средней областной урожайности зерновых культур на 50 % и более, имеют высокую повторяе-

мость в Западно-Казахстанской, Актюбинской, Карагандинской и Костанайской областях (13...24 %), в остальных областях – низкую повторяемость (2...9 %), т.е. сильная засуха наблюдается:

- 1 раз в 4...5 лет в Западно-Казахстанской и Актюбинской областях;
- 1 раз в 6...8 лет в Карагандинской и Костанайской областях;
- 1 раз в 11...15 лет в Павлодарской и Восточно-Казахстанской областях;
- 1 раз в 23 года в Акмолинской области;
- 1 раз в 45 лет в Северо-Казахстанской области.

Таблица 2

Повторяемость засух за период 1966...2010 гг., %

Область	Повторяемость засух, %		Засуха вероятна 1 раз в ... лет	
	все категории	сильная	все категории	сильная
Западно-Казахстанская	38	24	3	4
Актюбинская	31	20	3	5
Карагандинская	36	16	3	6
Павлодарская	40	9	3	11
Костанайская	27	13	4	8
Акмолинская	33	4	3	23
Восточно-Казахстанская	27	7	4	15
Северо-Казахстанская	22	2	5	45

За рассматриваемый многолетний период, в зависимости от сложившихся погодных условий dP колебался в широких пределах. При этом различались периоды с большими и малыми межгодовыми изменениями dP . На рис. 1 представлена динамика относительного показателя доли погоды в формировании урожая (dP) за период с 1966 по 2009 год для некоторых областей. Как видно, в Западно-Казахстанской и Павлодарской области за период 1966...1980 годы наблюдались значительные колебания благоприятности погоды из года в год, как в положительную сторону, так и в отрицательную. Далее наблюдается сглаживание межгодовой изменчивости рядов примерно до 2000 года. В Северо-Казахстанской области амплитуда колебаний dP значительно меньше, чем в двух других областях, что указывает на более мягкие климатические условия вегетационного периода. В последнее десятилетие наибольшая межгодовая изменчивость погоды наблюдалась в Павлодарской области. Также на графике видно, что от сильной засухи чаще страдает запад Казахстана.

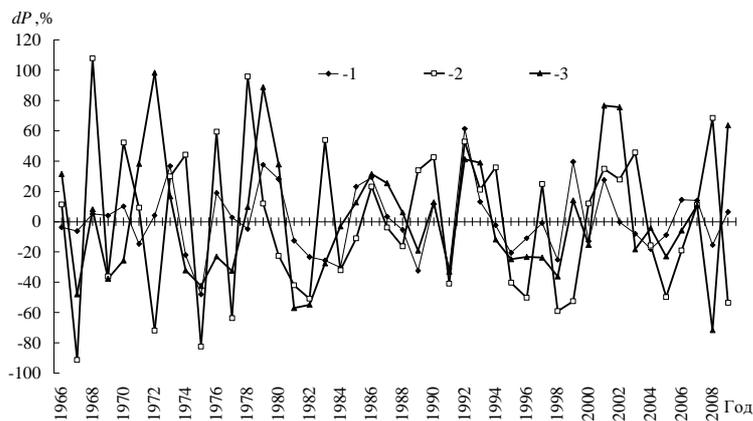


Рис. 1. Динамика относительного показателя доли погоды в формировании урожая (dP) по Северо-Казакстанской (1), Западно-Казакстанской (2) и Павлодарской (3) областям.

Для климатического анализа изменения dP определялись его средние значения по скользящим 20-летним периодам (рис. 2). В целом за многолетний период климатические (среднее многолетнее) значения dP имеют слабую тенденцию роста в Павлодарской и Северо-Казакстанской областях, слабую тенденцию снижения – в Западно-Казакстанской области. Однако, в последние двадцатилетия dP имел явную тенденцию к уменьшению в Павлодарской и Западно-Казакстанской областях, т.е. в этих областях снизилась благоприятность климата для формирования урожая пшеницы. В Северо-Казакстанской области климатические условия формирования урожая особо не изменились.

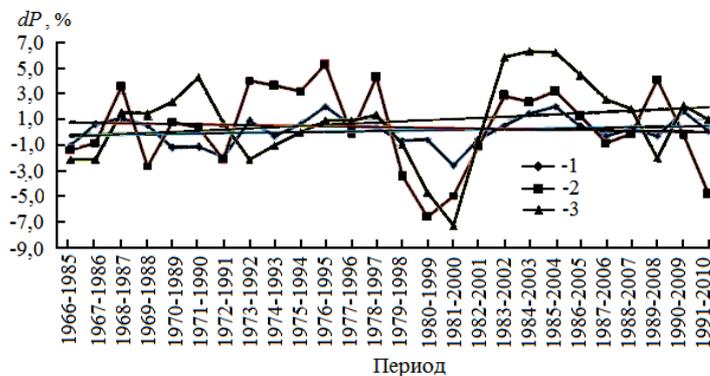


Рис. 2. Средние значения dP по скользящим 20-летним периодам. Северо-Казакстанская (1), Западно-Казакстанская (2), Павлодарская (3) область.

Для оценки изменчивости проявления засух в течение последних 45 лет были рассчитаны повторяемости лет со значимыми (сильные и

средние) засухами по скользящим 20-летним периодам (рис. 3). Как видно на рис. 3, повторяемость засушливых лет (Z , %) в рассматриваемых нами областях в целом за весь 45 летний период уменьшилась. Однако, в последние 20-летние периоды временного ряда в Западно-Казахстанской и Павлодарской областях повторяемость значимых засух увеличилась. Это означает, что в последние 20...25 лет на фоне снижения благоприятности климата чаще стали наблюдаться опасные для сельского хозяйства засухи. В Северо-Казахстанской области повторяемость засух уменьшилась.

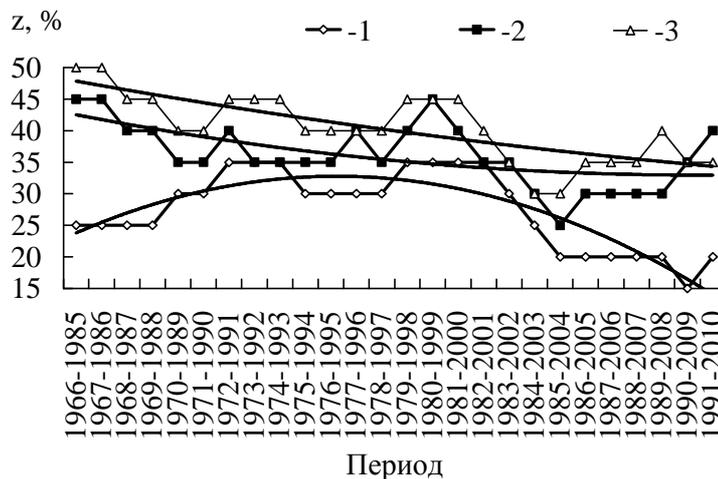


Рис. 3. Повторяемость лет с сильными и средними засухами (Z , %), по скользящим 20-летним периодам, с 1966 по 2010 год. Северо-Казахстанская (1), Западно-Казахстанская (2), Павлодарская (3) область.

Отдельно для оценки атмосферной засухи на рассматриваемых территориях, был рассчитан гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова ($ГТК$) за период май – июль:

$$ГТК = \frac{\sum R_{57}}{0,1 \cdot \sum t_{57}}, \quad (2)$$

где $\sum R_{57}$ – сумма осадков за май – июль, $\sum t_{57}$ – сумма среднесуточных температур воздуха за май – июль.

Средние значения $ГТК$ по скользящим 20-летним периодам с 1966 по 2009 год представлены на рис. 4. Период с мая по июль в Западно-Казахстанской области сильно засушлив ($ГТК = 0,46...0,58$), в Павлодарской области средне засушлив ($ГТК = 0,66...0,77$), в Северо-Казахстанской области оценивается как слабо засушливый ($ГТК = 0,80...0,91$). В целом за последние 44 года $ГТК$ за период май – июль

заметно возрос в Западно-Казахстанской и Павлодарской областях, а в Северо-Казахстанской области несколько уменьшился. Рост *ГТК* объясняется увеличением количества осадков за период май – июль, начиная примерно с 80-х годов прошлого века. Однако, это не повлияло на условия формирования урожая пшеницы в Западно-Казахстанской и Павлодарской областях.

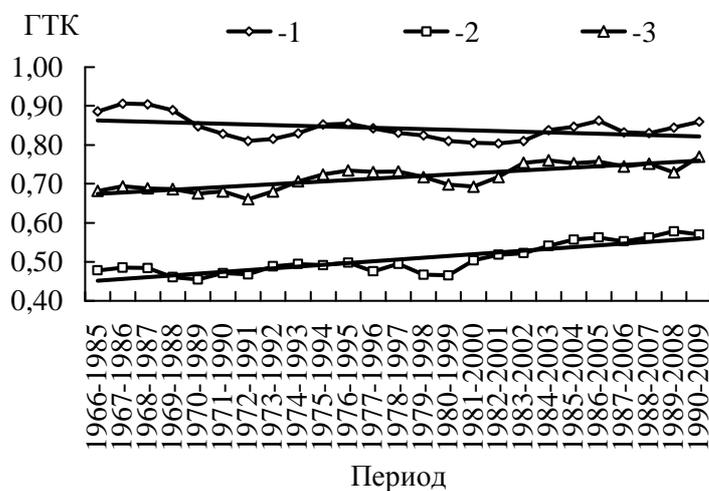


Рис. 4. Средние значения *ГТК* по скользящим 20-летним периодам, с 1966 по 2009 год. Северо-Казахстанская (1), Западно-Казахстанская (2), Павлодарская (3) область.

Несоответствие многолетней динамики *ГТК* и *dP* (рис. 2 и 4) объясняется тем, что *ГТК* характеризует только летние условия увлажнения, а *dP* – за зимне-весенне-летний период, т.е. включает осадки и за холодный период формирующие почвенную влагу. Исследования показали, что между *ГТК* и *dP* имеются достаточно хорошие связи со значимыми коэффициентами корреляции (Павлодарская – 0,72, Западно-Казахстанская – 0,66, Северо-Казахстанская – 0,47). Это говорит о том, что атмосферное увлажнение имеет большую значимость, чем другие факторы. Менее тесная связь в Северо-Казахстанской области объясняется тем, что здесь климат более благоприятен и менее проявляется засуха.

Таким образом, вероятность повторения значимых для сельского хозяйства засух на западе, в центре и на северо-востоке республики составляет примерно 1 раз в 3 года, на севере и востоке – 1 раз в 4...5 лет. Сильная засуха повторяется на севере республики 1 раз в 23...45 лет, на востоке – 1 раз в 11...15 лет, на западе и в центре – 1 раз в 4...8 лет. В

последнее двадцатилетие повторяемость опасных засух уменьшилась в Северо-Казахстанской области, а в Павлодарской и Западно-Казахстанской – увеличилась.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмадиева Ж.К. К оценке чувствительности некоторых агроклиматических показателей увлажнения применительно к атмосферным засухам на территории Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2009, – № 2. – С. 51-58.
2. Байшоланов С.С. Кожахметов П.Ж. Смаилова Л.Ж. Особенности циркуляции атмосферы в благоприятные и неблагоприятные для овцеводства годы в Казахстане // Природные и социальные проблемы географии аридных территорий. Материалы научно-практической конференции. Алматы: «Қазақ университеті», 2001. – С.
3. Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 512 с.
4. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. – СПб: Гидрометеоздат, 2005. – 525 с.
5. Дмитриева Л.И. Оценка временной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур /Методические указания/. – Одесса: ОГМИ, 1985. – 19 с.
6. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. – СПб: Гидрометеоздат, 1992. – 424 с.
7. Серякова Л.П. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 180 с.

РГП «Казгидромет», г. Астана

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЕГІН ЕГЕТІН ОБЛЫСТАРЫНДА ҚУАҢШЫЛЫҚТЫҢ ҚАЙТАЛАНУЫ ТУРАЛЫ

Геогр. ғылымд. канд. С.С. Байшоланов

Қазақстанның егін шаруашылығымен айналысатын облыстарында 1966...2009 жылдар аралығында қуаңшылықтың қайталануы зерттелген. Батыс-Қазақстан, Солтүстік-Қазақстан және Павлодар облыстары бойынша қуаңшылық көрсеткішінің көпжылдық динамикасы қарастырылған.

УДК 551.497:622.1+581.526.53

**О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМ ФАКТОРЕ ОБВОДНЕННОСТИ
ПУСТЫННЫХ ПАСТБИЩ ПРИБАЛХАШЬЯ В УСЛОВИЯХ
ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

Доктор геогр. наук Б.С. Степанов

Канд. геогр. наук Л.В. Лебедь

Недостаточная обводненность пастбищных территорий является сдерживающим фактором развития животноводства в Казахстане. Проблемы обводнения пастбищных земель социально-экономического характера усугубляются неопределенностями, связанными с возможностью изменения поверхностного и подземного стока под влиянием глобального потепления. Степень влияния изменения климата на ресурсы и режим поверхностных и подземных вод может сказаться на эффективности и стратегии хозяйственного использования пастбищных земель в перспективе.

Потенциальные возможности животноводства в пустынных районах Прибалхашья определяются водообеспечением пастбищ, влагообеспеченностью естественной растительности и другими природными и хозяйственными факторами. В условиях ограниченных атмосферных осадков и поверхностного стока, основным источником водообеспечения скота, выпасаемого на пустынных пастбищах, являются подземные воды. Видовой состав и продуктивность пастбищных растений определяются в основном степенью увлажнения почвы за счет атмосферных осадков и грунтовых вод. Засуху легче всего переносят фреатофиты – растения с мощной корневой системой, проникающей в зону капиллярного поднятия и ниже грунтовых вод. Вместе с тем, наибольшей продуктивностью обладают растения, использующие влагу, как атмосферных осадков, так и грунтовых вод [3, 4].

Подземные воды, залегающие на глубине от нескольких метров до 4000 м, аккумулируют около 98 % объема пресной воды на земном шаре и намного превосходят общее количество воды, содержащейся в озерах, поверхностных водотоках и искусственных водохранилищах. Однако использование подземных вод ограничено сложностями их поиска, высокой стоимостью водоотбора из глубоких горизонтов, а также сравнительно медленным движением, обусловленным низкой водопроницаемостью гор-

ных пород. Согласно классификации У.М. Ахмедсафина [1, 2], ресурсы подземных вод подразделяются на:

- региональные вековые, формирующиеся в результате накопления и разгрузки подземных вод в больших емкостях в течение многих сотен и тысяч лет;
- региональные многолетние, формирующиеся в течение десятков лет;
- ежегодно возобновляемые, образующиеся ежегодно за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод;
- региональные эксплуатационные, остающиеся после 50 % сработки вековых и многолетних ресурсов с учетом ежегодно возобновляемых.

Существует две основные гипотезы формирования подземных вод на предгорных шлейфах Тянь-Шаня и Чу-Илийских гор. В соответствии с первой гипотезой, главным источником формирования подземных вод является фильтрация поверхностного стока на площадях конусов выноса и на относительно узких полосках предгорной равнины в междуречьях. Подземный приток со стороны горного массива, ввиду его незначительности, можно не принимать во внимание. По второй гипотезе основным источником питания подземных вод является их приток со стороны горного массива, а упомянутые выше площади рассматриваются как дополнительная область питания.

Главная роль в формировании ресурсов подземных вод Южного Прибалхашья принадлежит поверхностным водам, представленным рекой Или и ее притоками. По особенностям режима питания грунтовых вод в Или-Балхашском бассейне выделены следующие таксоны для гидрогеологического районирования:

- тип кратковременного, преимущественно летнего, питания (мерзлотный) грунтовых вод. Состояние грунтовых вод изменяется в течение года от жидкого до твердого. Зона распространения – высокогорная зона (выше 3300 м).
- тип сезонного преимущественно весеннего и осеннего питания. Провинция сезонного питания грунтовых вод – территория бассейна ниже 3300 м. Продолжительность периода промерзания зоны аэрации от 1,5...4,0 до 6...9 месяцев.

В пределах таксонов выделяются следующие виды режима колебания уровня грунтовых вод:

- междуречной, связан только с атмосферными осадками;
- склоновый;

- террасовый;
- эоловых равнин, где приходная часть баланса складывается из очаговой инфильтрации атмосферных осадков и подземного притока;
- приречный, характеризующийся гидравлической связью потока грунтовых вод с рекой и зависимостью колебаний уровня грунтовых вод от уровня воды в реке;
- на конусах выноса с весенне-летним максимум и осенним минимум. Режим обусловлен поглощением поверхностного стока горных рек, имеющих ледниковое питание.

Наибольший вклад в ресурсы подземных вод региона вносят воды, образующиеся за счет атмосферных осадков, а также в результате таяния ледников. В годовом стоке рек вклад ледников хребта Илейский Алатау составляет 58 % в районе истока. В том числе: от таяния льда – 28 %; таяния фирновых полей – 7 %; от осадков, выпадающих на ледниках ниже фирновой линии, – 23 %. В истоках рек, не занятая ледниками территория обеспечивает 42 % стока, увеличиваясь до 86 % у выхода из гор. Структура стока ледниково-снеговых рек хребта в отдельные годы резко отклоняется от средней многолетней. В годы с малым количеством осадков доля воды от таяния льда в подземном стоке увеличивается, особенно тогда, когда имеют место высокие летние температуры воздуха и обилие ясных дней [9].

В песках Жуанкум, Сары-Таукум, Сары-Есик-Отырау на равнинах Южного Прибалхашья выявлены мощные потоки грунтовых вод шириной до нескольких десятков километров, движущиеся по обе стороны р. Или в сторону озера Балхаш. Важную роль в формировании грунтовых вод играет и инфильтрация зимне-весенних осадков. Ежегодно возобновляемые ресурсы грунтовых вод песков Южного Прибалхашья составляют до 1,6 км³ в год.

В долине р. Или, от выхода ее из гор до сухого русла р. Баканас, водоносный горизонт имеет мощность до 30 м, с уменьшением на территории современной и древней дельты от 20 до 1...5 м. В дельтах рек Каратал, Аксу и Лепсы грунтовые воды часто располагаются близко к дневной поверхности (на глубине до 1 м).

В бассейне р. Или присутствуют все виды формирования стока, включая талые, снеговые, дождевые, ледниковые и подземные воды, в зависимости от местоположения составляющих гидрографической сети. Основной объем стока, как правило, приходится на долю половодья и павод-

ков, начало, и окончание которых зависит главным образом от высотного положения водосборов притоков, характера расположения снежного покрова в бассейне, наличия ледников и снежников, гидрогеологических условий бассейна и т.д. С 1970 г. режим грунтовых вод бассейна озера Балхаш, в том числе р. Или, в целом подчинен режиму поверхностных вод и попускам, организуемым на Капчагайской ГЭС. Известно, что в положении зеркала грунтовых вод современной дельты наблюдается ярко выраженная зависимость от положения поверхности водоемов и водотоков в период попусков. Выше Капчагайской ГЭС отмеченная закономерность прослеживается как в период паводков, так и в межень. Это свидетельствует о том, что поверхностные воды и водоемы постоянно теряют часть своих вод на фильтрацию и, следовательно, служат постоянным источником пополнения запасов грунтовых вод.

Также выявлено, что устойчивость водного баланса озера Балхаш зависит от количества воды, поступающей с территории Китая. В 2000 году сток воды с китайской части бассейна составил 15,09 км³ или 77 % от общего стока. Изъятие воды и потери стока на территории Китая равны 4,42 км³/год. Дополнительный водозабор из р. Или объемом 10...15 % может привести, по мнению специалистов, к нарушению режима подземных вод на пастбищных землях и ухудшению условий их водообеспеченности.

Среднегорные и низкогорные районы Южного Прибалхашья представлены горами Кендыктас и Чу-Илийскими горами, характеризующимися большим разнообразием гидрогеологических условий. В горах Кендыктас большое распространение получили трещинные воды зоны выветривания и тектонических разломов, их источниками являются атмосферные осадки, не исключен и приток подземных вод по зонам дизъюнктивных нарушений со стороны Заилийского Алатау. Чу-Илийские горы представлены возвышенным мелкосопочником и типичным низкогорьем. Выходы трещинных вод зоны выветривания и зон тектонических нарушений, подпитывающихся весной во время снеготаяния, приурочены, в основном, к подножиям сопок. На предгорных равнинах, примыкающих к северо-восточному склону Чу-Илийских гор, условия увлажнения относительно благоприятны для произрастания пастбищной растительности в основном за счет атмосферных осадков. Грунтовые воды здесь формируются в четвертичных делювиально-пролювиальных отложениях в результате фильтрации атмосферных осадков, вод временных поверхностных водотоков и подтока трещинных вод.

Характеристики атмосферных осадков и ледникового стока, а следовательно, ресурсы и режим подземных вод, определяются климатическими условиями. Результаты исследований изменения регионального климата последних десятилетий свидетельствуют, что за 110 лет температура воздуха на территории Казахстана возросла на 1,5 °С, что в 2,5 раза превышает величину глобального потепления.

Потепление климата во второй половине 20 – начале 21 века привело к интенсивному таянию ледников. В результате площадь оледенения горных хребтов на юге и юго-востоке Казахстана за последние 50 лет сократилась примерно на 35...37 %, а объем ледников на 41...43 %. В соответствии с прогнозом Е.Н. Вилесова [5], ледники бассейна р. Шамалган должны уже растаять к 2010 году, а ледники Талгарского бассейна, как наиболее крупного узла оледенения в Илийском Алатау, только к 2090 г. (рис.). Крупным недостатком существующих прогнозов изменения оледенения в Казахстане является то обстоятельство, что при прогнозе деградации оледенений и оценке водных ресурсов бассейнов рек исследователи, как правило, оперируют суммарными значениями площади ледников. Если в публикациях и фигурируют данные об объемах ледников и запасах льда в горных системах, то подавляющее большинство существующих оценок сокращения горного оледенения основано на результатах измерения площади ледников и вычисления их объемов по формулам связи морфометрических характеристик ледников в условиях стационарного режима оледенения. На последнее обстоятельство обращается внимание в работах Ю.К. Нарожного, С.А. Никитина и др. К примеру, за период 1952...1998 гг. в горном Алтае (в пределах территории России) объем современного оледенения сократился на 10,1 %. При этом особенно важно, что потеря объемов льда на 83 % была обусловлена утончением ледников и лишь на 17 % – сокращением их площади [7]. Как показывают расчеты, в результате полной деградации горного оледенения Тянь-Шаня и Жетысусского Алатау сток в бассейне р. Или может уменьшиться на 2,3 км³ или на 12 % в год, а всего в бассейне оз. Балхаш – на 2,5 км³ или 10...12 % в год [6]. Таким образом, дегляциация горных систем Тянь-Шаня и Жетысусского Алатау приведет к уменьшению водных ресурсов региона на 10...12 % даже при сохранении величины отбора воды на территории Китая, что практически маловероятно.

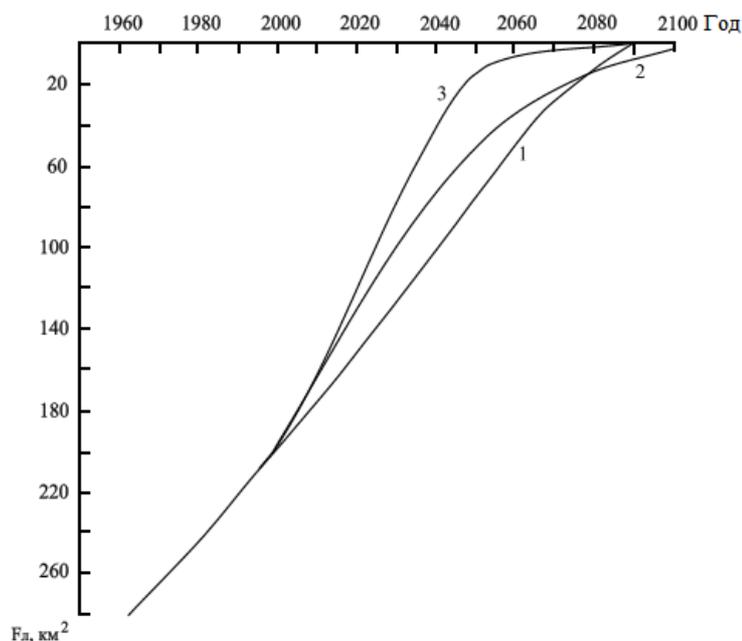


Рис. Динамика сокращения площади оледенения северного склона Илийского Алатау. 1 – скорректированная кривая Е.Н. Вилесова; графики КазНИИЭК: 2 – при потеплении на 2 °С; 3 – при потеплении на 4 °С.

В соответствии со сценариями климата, рекомендованными Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК), глобальная средняя приземная температура воздуха может увеличиться в период с 1990 по 2100 г. на 1,4...5,8 °С. Наиболее заметное потепление ожидается в северных и центральных районах Азии. К 2050 году здесь можно ожидать повышения температуры на 2,8 °С, с максимальным приростом в летний период. При таком сценарии изменения температуры воздуха неизбежны:

- полная дегляциация северного склона Илийского Алатау и других горных систем Казахстана, несущих оледенение в условиях современного климата;
- многократное увеличение селевой активности;
- резкое возрастание эрозионных процессов и, как следствие, увеличение твердого стока;
- дальнейшее опустынивание на равнинах Южного Казахстана.

Северное Прибалхашье представлено преимущественно мелкопочником, обрамляющим озеро Балхаш с севера и запада. Скудость атмосферных осадков (100...150 мм), незначительная речная сеть, короткий пе-

риод стока (20...30 весенних дней), ступенчатый рельеф, разнообразие состава и возраста горных пород, слагающих район, предопределили сложный процесс. Наиболее распространены здесь трещинные воды, второстепенное – трещинно-карстовые и поровые воды, Подпитка трещинных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также подземным путем по системе сообщающихся трещин в зоне региональных разломов. Трещинные воды залегают преимущественно на глубинах до 15 м, на участках с более высоко залегающей поверхностью их глубина увеличивается до 20...30 м. Разгрузка трещинных вод осуществляется в соровых и межсочных понижениях с помощью родников, а также испарения и транспирации. Ее годовой объем составляет 10...15 % от полного значения, пополнение запасов происходит, в основном, за счет подземного стока. Модуль подземного стока изменяется от 0,2 в Восточном Прибалхашье, до 0,05 л·с⁻¹·км⁻² в Западном Прибалхашье [10]. Увеличение температуры воздуха на 2...3 °С в ходе глобального потепления не приведет к существенному изменению подпитки трещинных вод за счет атмосферных осадков, так как из-за малого относительного содержания пылевато-глинистых фракций в поверхностном слое грунтов влага быстро проникает в глубинные толщи, где испарение становится незначительным. Поровые воды Северного Прибалхашья приурочены к песчано-гравийным аллювиально-пролювиальным отложениям рек Моинты, Джамши, Токрау и Кусак, в которых формируются мощные грунтовые потоки. При мощности водоносных горизонтов от 2 до 50 м, глубина залегания грунтовых вод, как правило, не превышает 5 м. Подпитка поровых вод описываемого региона осуществляется за счет подтока трещинных и трещинно-карстовых вод, атмосферных осадков и паводкового стока рек. Растительный покров играет существенную роль в формировании подземных вод (в том числе их химического состава) Северного Прибалхашья, главным образом через транспирационный процесс. [8]. Инфильтрационное питание подземных вод в засушливых областях, по мнению В.Н. Островского, зависит от степени аридности, внутригодового распределения осадков и сезонности развития растительности. По подсчетам С.М. Шапиро [10], транспирационные расходы растительностью в долине р. Токрау достигают 150...170-миллиметрового слоя воды за вегетацию, а суммарные расходы грунтовых вод долин рек Моинты, Жамши, Токрау и Аягус-Баканас на испарение и транспирацию составляют 283,4 млн. м³.

Таким образом, главная роль в формировании ресурсов подземных вод в Южном Прибалхашье принадлежит поверхностным водам. Изменение вод-

ности рек, вследствие таяния ледников и сезонного перераспределения осадков может оказать заметное влияние на формирование ресурсов подземных вод региона. Следовательно, это скажется и на условиях водообеспеченности пастбищных земель, а также на влагообеспеченности естественной растительности. Дегляциация северных хребтов Тянь-Шаня, компенсируемая таянием каменных глетчеров, незначительно отразится на стоке горных рек и формировании запасов подземных вод Южного Прибалхашья. Более заметное влияние на глубину залегания грунтовых вод, может оказать увеличение отъема воды из р. Или на территории Китая. Это негативно отразится на дебите колодцев и скважин, а также на условиях произрастания лугово-тугайной растительности и саксауловых лесов на такыровидной равнине Баканас.

Потепление климата активизирует испарение с поверхности океанов и, как следствие, увеличению влажности воздушных масс и количества атмосферных осадков. Вместе с тем, годовое количество осадков на территории Казахстана по 3 из 6 сценариев будущего климата может уменьшиться к середине 21 века на 2...4 %, а по трем – увеличиться на 4...20 %.

По мнению казахстанских климатологов, такое незначительное увеличение осадков в первой половине 21 века вряд ли компенсирует эффект от повышения температуры воздуха, вместе с тем существенно не ухудшит условия увлажнения территории. Следовательно, режим грунтовых вод в Северном Прибалхашье и на равнине, примыкающей к северо-восточному склону Чу-Илийских гор практически изменится мало.

Статья подготовлена по результатам исследований по проекту ISTC К-1396 р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедсафин У.М. Подземные воды песчаных массивов южной части Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1951. – 267 с.
2. Ахмедсафин У.М. Формирование грунтовых и артезианских вод Казахстана // Труды Ин-та геол. наук АН КазССР, 1965. – Т. 14. – С. 3–23.
3. Байтулин И.О. Корневая система растений аридной зоны Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1979. – 184 с.
4. Благовещенский Э.Н. Водное питание растений в пустынных условиях. – Докл. АН ТаджССР, 1957. – Вып. 21. – С. 26–33.
5. Вилесов Е.Н. Эволюция внутриконтинентальной ледниковой системы в XX веке (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... доктора геогр. наук. – Алматы, 1997. – 47 с.

6. Голубцов В.В. Изменение водных ресурсов и режима рек в результате деградации горного оледенения в их бассейнах // Гидрометеорология и экология. – №1. – 2008. – С. 47–62.
7. Нарожный Ю.К. Эволюция оледенения Алтая в 20 веке // Проблемы гляциогидроклиматологии Сибири и сопредельных территорий. – Томск: Изд-во Томского университета, 2002. – С. 34–35.
8. Островский В.Н. Подземные воды пустынь и экосистемы. – М.: Недра, 1991. – 190 с.
9. Пальгов Н.Н. Современное оледенение в Заилийском Алатау. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1958. – 313 с.
10. Шапиро С.М. Подземные воды юго-востока Центрального Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1974. – 184 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

КазНИИЭК, г. Алматы

ҒАЛАМДЫҚ ЖЫЛЫНУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ БАЛХАШ АЙМАҒЫ ШӨЛДІ ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ СУЛАНУЫНЫҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ФАКТОРЫ ЖӨНІНДЕ

Геогр. ғылымд. докторы Б.С. Степанов

Геогр. ғылымд. канд. Л.В. Лебедь

Қазақстандағы мал шаруашылығы дамуының төзімді факторы болып жайылым аумақтарының жеткіліксіз сулануы болып табылады. Әлеуметтік-экономикалық тұрғыдан жайылым жерлердің сулану проблемасы, ғаламдық жылыну әсерінен жер беті және жер асты ағындардың өзгеру мүмкіншілігімен белгісіздікті арттырады. Ресурстар және жер беті мен жер асты суларына климаттың өзгеру дәрежесі, болашақтағы жайылым жерлерді шаруашылықта қолданудың тиімділігі мен стратегиясына әсерін тигізеді.

УДК 631.4:631.2

**ОЦЕНКА ВОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ТАКЫРНЫХ ВОДОСБОРОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

Канд. с.-хоз. наук Б.К. Мамедов

Статья посвящена альтернативному источнику водоснабжения аридных пастбищ Казахстана – временному поверхностному стоку с такыров и такыровидных поверхностей, который образуется после выпадения атмосферных осадков. На проходившем 15-16 июля 2010 года в г. Алматы научно-практическом семинаре «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно- и климатически обусловленных изменений» с участием ведущих ученых республики в области водного хозяйства, такырный сток не был учтен как потенциальный водный источник. Настоящая публикация призвана восполнить этот пробел, уделив такырным водосборам должное внимание как иногда единственному источнику пресной воды в отдаленных пустынных районах, который традиционно обеспечивал тот минимум объема воды, необходимый для ведения животноводческого хозяйства.

Казахстан – республика традиционного животноводства, которое дает 44 % валовой продукции сельского хозяйства. По численности скота и производству основных продуктов животноводства Казахстан занимает одно из ведущих мест на постсоветском пространстве [5]. При этом общепризнано, что наиболее экономичными отраслями животноводства является овцеводство и верблюдоводство при отгонно-пастбищном содержании. Главными районами овцеводства являются Южный, Западный и Восточный Казахстан, где имеются обширные массивы пастбищ всех сезонов. Численность овец и коз в переходной период экономического развития в целом по республике сократилась с 36,7 (1987 г.) до 17,7 (2007 г.) млн. голов, но тенденция к увеличению поголовья сохраняется, при этом большая доля (87 %) сельскохозяйственных животных сосредоточена в частных хозяйствах [8]. Однако за два последних десятилетия, в связи с уменьшением поголовья мелкого рогатого скота и переходом овцеводства в частную собственность, большинство животных содержатся вокруг населенных пунктов, что приводит к перевыпасу и деградации пастбищ. Причиной тому, помимо известных социальных проблем отгонно-пастбищного животноводства, также яв-

ляется выход из строя большинства колодцев, которые использовались для водопоя животных во время сезонной миграции [3].

Особенность водоснабжения отгонного животноводства состоит в том, что ему нужны небольшие количества воды на водопойных пунктах. При этом последние должны быть более или менее равномерно распределены по всей территории пустынных пастбищ. При отсутствии или недоступности подземных вод, пригодных для водопоя животных и ведения мелко-азисного земледелия, необходимое количество воды может быть получено путем сбора атмосферных осадков с естественных водосборов – такыров.

Характеристика такыров и такыровидных почв. В схеме классификации почв казахстанские почвоведы классифицировали такыровидные почвы в качестве самостоятельного генетического типа почв осушенных аллювиальных равнин [9]. Однако, различия между такырами и такыровидными почвами, обусловленными механическим составом и водно-физическими свойствами, по наблюдениям Г.Т. Лещинского [6], существенного влияния на формирование стока не оказывают. Эти различия сглаживаются в результате заплывания и набухания почв, а также происходящих в поверхностном слое почвы химических и биологических процессов.

Такыровидные почвы развиты на обсохших аллювиальных равнинах Сырдарьи, Чу, Или и других рек с глубоко опустившимися грунтовыми водами (5...10 м и больше). Это бывшие сезонно-затопляемые почвы пустынной зоны, развивающиеся длительное время в условиях только атмосферного увлажнения. Профиль их слабо дифференцирован [4]. В нем различаются светло-серая пористая корка от 2...3 до 6 см, словаточешуйчатый горизонт (6...12 см), светло-бурый уплотненный, бесструктурный горизонт (15...30 см), переходящий в слоистый аллювий. Содержание гумуса меньше 1 %, тип засоления – карбонатный (4...9 %). Такыровидные почвы входят в состав пустынных пастбищных угодий, но вместе с тем они являются резервными землями для орошения, как наиболее плодородные и легкодоступные для освоения.

В профиле такыров различают те же генетические горизонты, что и в такыровидных почвах, но с существенно иными физическими свойствами. Такыры встречаются небольшими участками по современным и древним долинам рек, в районе Бетпак-Далы, на Мангышлаке и Устюрте, в песчаных массивах Кызылкумов и Приаральских Каракумах. Они формируются в замкнутых понижениях рельефа различных размеров и форм и служат аккумуляторами талых вод, твердых минеральных веществ и рас-

творимых солей, намываемых с окружающей более высокой территории. В результате ежегодного отложения продуктов эрозии и под влиянием меняющихся фаз увлажнения, в условиях тяжелых по механическому составу бесструктурных почвообразующих пород, поверхность такыра становится ровной и гладкой, разбитой трещинами на полигональные отдельные. Ниже, в табл. 1, приводится гранулометрический состав и содержание воднорастворимых солей такыра, образцы которого были отобраны с разреза на плато Устюрт [10].

Таблица 1
Физико-химические свойства такыра с плато Устюрт [10]

Глубина образца, см	Сумма солей	HCO ₂ , %	Cl, %	SO ₄ , %	Ca, %	Mg, %	Na+K, %	Содержание частиц, мм	
								< 0,001	< 0,01
0...5	0,287	0,024	0,122	0,046	0,026	0,013	0,056	9,7	38,9
6...16	0,469	0,017	0,235	0,051	0,043	0,014	0,108	18,0	46,6
20...30	1,590	0,010	0,242	0,855	0,307	0,036	0,149	14,6	38,1
50...60	1,320	0,007	0,125	0,792	0,286	0,027	0,083	9,1	21,7
130...140	1,412	0,010	0,084	0,895	0,276	0,025	0,122	5,6	9,7

В большинстве случаев такыры сильно засолены по всему профилю. При слабом засолении в составе солей преобладают сульфаты, при сильном – хлориды, характерна высокая общая щелочность. По механическому составу такыры глинистые и тяжелосуглинистые, отличаются высоким содержанием иловато-пылеватых частиц, придающие почвам тяжелые агрохимические и агрогидрологические свойства (бесструктурность, плотное сложение, низкая водопроницаемость и др.) [11]. В этих условиях мелиорация такыров представляет большие трудности, однако делает их идеальными в качестве водосборов, на которых после выпадения осадков образуется поверхностный сток.

Оценка объема такырного стока. Основными факторами, определяющими величину поверхностного стока, являются: интенсивность стокообразующих осадков, степень увлажнения почвы перед выпадением дождя и площадь водосбора. Вопросы, связанные с осадками, формированием стока, начальными потерями и влиянием размера такыров на объем стекаемой воды достаточно полно освещен в работах [6] и [7], этими же авторами произведен расчет объемов воды, формирующихся на такырных и такыровидных водосборах Западного и Южного Казахстана соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Площадь такыров и такыровидных почв с оценкой возможного объема
поверхностного стока

Область	Площадь такыров и такыровидных почв, км ²	Объем поверхностного стока, млн. м ³
<u>Западный Казахстан</u> (Г.Т. Лещинский, [6])		
Джамбульская	709	6,98
Чимкентская	1124	9,95
Карагандинская	853	5,97
Актюбинская	11120	62,71
Гурьевская	4781	52,59
Кзылординская	37871	134,72
Итого:	56458	272,9
<u>Южный Казахстан</u> (Ю.В. Русс, [7])		
Кзылординская	4247	650,2
Чимкентская	136	27,1
Джамбульская	641	116,4
Итого:	5024	793,7
<u>Территория Казахстана</u> (К.Ш. Фаизов и др., [12])		
Равнинная	80854	388,1
Горная	1184	187,1
Итого:	82038	575,2

Как видно по данным табл. 2, площади такыров и такыровидных почв, приведенные по разным источникам для Кзылординской, Чимкентской и Джамбульской областей, отличаются существенно между собой, также как и объемы стока. Автором для расчетов была принята более поздняя оценка площадей [12], которая также учитывала современные процессы отакыривания, как например, на высохшем дне Аральского моря. Причем для равнинных территорий, при определении объемов воды использовался средний многолетний сток с 1 км², рассчитанный по методике [6], а для горных территорий – по методике [7], т.к. структура водного баланса, использованная в этой работе, учитывала поверхностный сток, сформированный вне рассматриваемой площади, что характерно для горных водосборов.

Суммарная площадь такыров и такыровидных поверхностей в Казахстане составляет 82038 км², что составляет 3,5 % от площади почвенного покрова республики. Как видно из данных табл. 2, на этих водосборах в средний по водности год, формируется 575,2 млн. м³ пресной воды, что примерно составляет реку со средним годовым расходом 18,2 м³/с. Эти потенциальные водные ресурсы могут быть широко использованы при решении проблемы водоснабжения пустынных пастбищ.

Использование поверхностного стока с такыров. О необходимости использования вод такыров, т.е. воды, накапливающейся в зимне-весеннее время на поверхности такыров, в одной из первой своих научных работ писал известный казахстанский ученый У.М. Ахмедсафин [1]. В условиях пустынь поверхностный сток накапливается в пониженной части такыра в виде широкого и неглубокого слоя воды, вследствие чего он быстро расходуется на испарение. Для того, чтобы предотвратить эти потери и сохранить воду в течение длительного промежутка времени необходимо ее собирать в резервуары. Местное население в качестве резервуаров используют дождевые ямы, выкопанные на поверхности такыра, где вода хранится и используется для водопоя животных до июня-июля. Иногда сооружаются для сбора и хранения больших масс воды специальные резервуары, как например, в пустынях Каракумы и Кызылкумы, называемые «сардоба». Для уменьшения фильтрации и испарения стенки и купол сардоб выкладываются из обожженного кирпича. Вода в этих сооружениях хранится и используется круглогодично и отличается хорошим качеством, даже в летний зной она остается холодной и свежей.

Такырные воды могут быть собраны не только в поверхностных резервуарах, но также и под землей, в местах, где залегают неглубоко сильно минерализованные грунтовые воды. Суть этого традиционного метода состоит в том, что в пониженной части водосбора устраивается небольшое углубление, вокруг которого сооружаются один или группа наливных колодцев типа «чирле» глубиной до уровня грунтовых вод. При этом такырные воды, погружаемые через колодцы, в первое время будут смешиваться с соленой грунтовой водой, но впоследствии, ввиду разности удельных весов смешивающихся жидкостей, устанавливается равновесие, и пресные воды, в виде линзы, накапливаются на поверхности соленых грунтовых вод. Недостаток народного способа состоит в том, что он не обеспечивает погружение достаточных объемов воды атмосферных осадков для создания гарантированных запасов пресных подземных вод.

В Национальном институте пустынь, растительного и животного мира Минприроды Туркменистана разработана система для искусственного создания линзы пресных подземных вод, базирующаяся на древнем опыте народной гидротехники, улучшенном инженерно-техническими решениями [2]. На этой основе построен гидрокомплекс в Центральных Каракумах, который включает в себя такырную водосборную площадку (1) с измерительными павильонами (2), котлованом-отстойником (3), который предназначен для концентрации максимального объема поверхностного стока и предвари-

тельного осветления воды от взвешенных наносов (рис.). Инфильтрационный бассейн (4) оборудован поглощающими скважинами (5), которые представлены скважинами большого диаметра ($d = 1$ м), заполненные до 1 м обратным фильтром, а ниже гравийной засыпкой до местного водоупора. Запас и качество пресных подземных вод в линзе, образующийся при погружении поверхностного стока оценивается по наблюдательным скважинам (6) и гидрохимическому кусту (7), а эксплуатация линзы осуществляется ленточным водоподъемником (8). Принцип работы гидрокомплекса состоит в следующем: в период выпадения осадков на такыре формируется поверхностный сток, максимальный объем которого направляется и концентрируется в котловане-отстойнике. Осветленная вода самотеком подается в инфильтрационно-погружную систему, обуславливающую инфильтрационное погружение максимального объема воды через зону аэрации до уровня соленых грунтовых вод с минерализацией $20...30$ г/дм³. В результате этого под инфильтрационным бассейном в соленом водоносном горизонте образуется искусственная линза пресных вод. Результаты опытно-производственных работ свидетельствуют, что при погружении такырного стока с водосборов площадью 1 км² за $3...4$ года можно создать искусственные запасы пресной воды в пределах 10 тыс. м³ и более. При условии периодического их восполнения обеспечивается гарантированное водоснабжение и в засушливые годы.

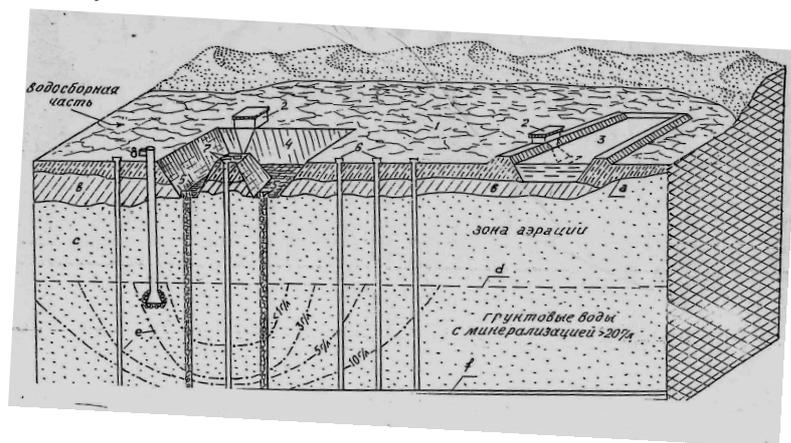


Рис. Система для искусственного создания линзы пресных подземных вод, действующая в Центральных Каракумах.

В народной казахской пословице «Заман акыр – жер такыр» конец света сравнивается с превращением земель в такыры. Очевидно, что здесь речь идет о малом количестве или же полном отсутствии растительности

на поверхности такыров и такыровидных почв. Однако в прошлом люди и не догадывались, что в XXI веке водный потенциал этих земель выступит на первый план. Это в первую очередь связано с проблемами изменения климата и дефицита пресной воды, особенно в регионе Центральной Азии. При использовании даже незначительной доли этих потенциальных водных ресурсов, каким является такырный сток, позволило бы улучшить, а в ряде районов пустынь организовать устойчивое пастбищное водоснабжение и даже мелкооазисное земледелие. В связи с этим вопросы охраны и рационального использования такырных водосборов приобретают особую актуальность и требуют дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедсафин У.М. Воды такыров и возможность их использования для водоснабжения отгонного животноводства. // Вестник АН КазССР. – 1947. – № 6(27). – С. 38-40
2. Бабаев А.Г., Витковская Т.П., Мамиева И.Д., Мамедов Б.К. Система для искусственного создания линзы пресных подземных вод. – Патентное ведомство Туркменистана, 1997. – 07/100530N.
3. Байшоланов С.С., Кожаметов П.Ж. Меры адаптации овцеводства к изменению климата // Гидрометеорология и экология. – 2008. – № 2-3. – С. 123-133
4. Боровский В.Н., Успанов У.У., Шувалов С.А. Почвы северной, средней и южной пустыни. / В кн. «Казахстан». – М.: Наука, 1969. – С. 203-206
5. Исаков Н.А., Медеу А.Р. Казахстан: Природа. Экономика. Экология. – Алматы, 2007. – 216 с.
6. Лещинский Г.Т. Ресурсы временного поверхностного стока пустынь Средней Азии и Западного Казахстана. – Ашхабад: Изд-во «Бълым», 1974. – 185 с.
7. Росс Ю.В. Запасы воды в такырах. / В кн. Поверхностные воды Южного Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 182-217.
8. Тореханов А.А., Алимаев И.И. Потенциальные возможности животных на пастбищах и эффективное использование кормовых ресурсов в условиях различных зон республики Казахстан (прошлое и настоящее). МСХ РК, Алматы, 2004. – 97 с.
9. Фаизов К.Ш. Такыровидные почвы аллювиальных равнин Казахстана // Проблемы освоения пустынь. – 1985. – № 6. – С. 21-27.
10. Фаизов К.Ш. Почвенный покров казахстанской части Устюрта. // Известия АН КазССР, Сер. биол. – 1986. – № 2. – С. 65-72.

11. Фаизов К.Ш., Топалова А.С. Экология кризисной территории Приаралья. Проблемы и их решения. – Алматы, 2003. – 109 с.
12. Фаизов К.Ш., Уразалиев Р.А., Иорганский А.И. Почвы республики Казахстан. – Алматы, 2001. – 327 с.

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ТАҚЫРЛЫ СУЖИНАУДЫ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ СУ ӘЛЕУЕТІН БАҒАЛАУ

А.-ш. ғылымд. канд. Б.К. Мамедов

Мақала Қазақстанның қуаңшылық жайылымдарын-жауын шашыннан кейін пайда болатын тақырлар мен тақыр тәріздес үстірттіктерден уақытша жер беті ағындарын пайдаланып сумен жабдықтаудың альтернативтік көзіне арналған. 2010 жылдың 15...16 шілдесінде Алматы қаласында сушаруашылық саласының жетекші ғалымдарының қатысуымен өткен «Ресурстарды бағалау және Қазақстанның табиғи суларын антропогендік және климаттық өзгерістерге бағытталған болжаулар» ғылыми-практикалық семинарда тақырлы ағындар әлеуетті су көзі ретінде қарастырылмады. Бұл басылым сол ақаулықты толтыруға икемдейді, мал шаруашылығын жүргізуде қажет сол минимум су көлемін дәстүрлі қамтамасыздандырған, кей жағдайларда шалғай шөлді аудандардағы тұңғы судың жалғыз көзі болып табылады.

УДК 551.48,212 (479.24)

**ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК БОЛЬШОГО
КАВКАЗА ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЛОБАЛЬНОГО
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Канд. геогр. наук Дж.Г. Мамедов

Статья посвящена анализу изменений отношения средне-многолетней нормы расхода воды рек Большого Кавказа за период с 1977 года по настоящее время к периоду до 1977 года.

Указанные отношения среднемноголетнего стока на разных склонах Большого Кавказа оказались различными. Так, среднемного-летний расход воды рек на южном склоне Большого Кавказа стал больше, чем на его северо-восточном склоне. На южном склоне Большого Кавказа это объясняется увеличением количества водохранилищ в Республике, а также повышением уровня Каспийского моря с 1976 года, а уменьшение расхода воды рек на его северо-восточном склоне связано с глобальным потеплением климата.

Определено, что на водность рек Большого Кавказа южного склона по сравнению с северо-восточным наибольшее влияние оказал антропогенный фактор (в основном в виде водохранилищ).

Активизация природных и антропогенных факторов 70-х годов прошлого столетия заставила исследователей выявить закономерности возникновения глобальных и региональных проблем колебания стока рек. Так, глобальное потепление климата вызывает нарушение гидроэкологического равновесия и т.д. В последнее время в Азербайджанской Республике успешно продолжают исследовательские работы по изучению глобального изменения климата и водных ресурсов. Поэтому данная статья посвящена влиянию глобального изменения климата на сток воды рек Большого Кавказа. Известно, что изучение водных ресурсов любой территории требует специального анализа формирования стока воды. Этот вопрос освещен в работах многих исследователей [1-12]. В отмеченных работах большое внимание уделялось определению синхронности и колебанию водности рек.

Как известно, формирование стока воды обычно начинается с марта с выпадением атмосферных осадков, а в июле оттаиванием ледников и

вечных снегов, имеющихся на водосборах рек. На рассматриваемых реках повышение уровня воды начинается весной и осенью, спад – летом и зимой, что сопровождается распределением атмосферных осадков и температуры воздуха в течение года.

Немаловажная роль в формировании стока воды принадлежит и другим факторам – рельефу, геологическому строению, почвенному и растительному покровам. Среди них особая роль принадлежит рельефу, поскольку он создает условия для конденсации атмосферных осадков. В геологическом отношении трещиноватость горных пород способствует выходу подземных вод на поверхность водосборов или фильтрации поверхностного стока вглубь. Эти факторы оказывают значительное влияние на сток воды исследуемой территории.

Подобная роль в образовании стока воды рек также принадлежит растительному покрову (особенно лесному). Там, где отсутствует лесной покров, например, на водосборе Гудийалчай-Хыналыг, среднемноголетний расход воды рек равен 3,36 м³/с. А на имеющих лесной покров, например, на водосборе Гудийалчай-Кюпчал, площадью 32 км², расход воды реки равен 6,61 м³/с. Аналогичные показатели наблюдаются и на других реках, как например, Вельвеличай-Нохурдюзи. А в верховьях рек, например, Агчай-Джек, хотя лесной покров на водосборе отсутствует, зато сток воды увеличивается из-за таяния ледников и вечных снегов.

Наряду с этим, немаловажная роль в изменении стока рек в последнее время принадлежит глобальному изменению климата [4]. В связи с этим, автором обработаны данные по расходам воды на стационарных постах наблюдения за два периода (до 1977 г. и с 1977 г. по настоящее время). Результаты вычислений приведены в табл.

Наши исследования показывают, что за многолетний период в апреле по сравнению с маем из 38-х пунктов среднемноголетний расход воды оказался наибольшим в 13-и пунктах до периода 1977 года и в 7-и с периода 1977 года по настоящее время. Подобные особенности также наблюдались в других месяцах.

Анализ расхода воды на реках (апрель-июль) показывает, что наибольшие расходы наблюдаются в июне, а резкое их уменьшение происходит в июле. Вызывает интерес большой разброс величины b , которая меняется в пределах 0,76...2,30 (табл.).

Таблица

Характеристики стока рек Большого Кавказа за период до 1977 г. и период с 1977 года по настоящее время

Река – пункт	Период	Расход воды по месяцам, м ³ /с												Средний годовой расход воды, м ³ /с	b
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Самур – Лучек	n	8,05	7,78	8,8	20,6	59,7	74,2	59,3	30,4	24,4	18,5	13,3	9,95	27,9	0,94
	t	8,46	8,23	9,29	22	44,7	66	53,3	32,7	25,1	19,4	14,5	10,9	26,2	
Самур – Ахты	n	12,1	11,1	12,9	34,2	90,2	118	95,3	52,4	41,2	32,6	20,5	14,6	44,6	0,92
	t	11,4	11,7	12,9	35,1	70,4	108	86,1	55,1	41,9	30,8	22,1	14,8	41,7	
Самур – Усухчай	n	22,6	21,4	24,1	57,2	129	176	149	88,7	69,4	53	37,4	28,5	71,4	0,80
	t	19,3	18,5	21	44,4	94,9	150	120	70,5	47,8	40,2	32,3	23,7	56,9	
Ахтычай – Ахты	n	6,38	5,98	6,69	14	23,8	37,6	27,8	16,4	16,3	13	9,15	7,30	16,2	0,91
	t	5,90	5,83	6,32	12,4	23,8	36,2	28,6	17,6	12,8	12,3	8,45	6,69	14,7	
Сара Самур – Лучек	n	1,99	1,93	2,32	6,87	17,8	22,8	16,6	8,27	6,35	5,18	1,38	2,16	7,95	1,06
	t	2,52	2,41	2,67	6,56	14,2	23,5	18,4	10,2	7,44	5,68	4,45	3,39	8,45	
Усухчай – Усухчай	n	1,06	1	1,35	3,27	6,26	9,44	9,98	6,91	4,56	2,89	1,84	1,40	4,16	1,23
	t	0,84	0,90	1,20	3,06	8,28	14,2	15,7	7,13	4,32	2,93	1,81	1,01	5,12	
Усарчай – Кузун	n	1,35	1,22	1,37	2,73	6,37	10,5	11,3	6,80	4,61	3,03	2,07	1,62	4,41	1,0
	t	1,74	1,81	2,08	3,20	5,57	10,1	10,5	6,20	4,41	3,19	2,07	1,93	4,4	
Уручай – Сусай	n	0,33	0,33	0,68	1,38	1,64	1,68	0,92	0,59	0,73	0,59	0,41	0,36	0,80	1,54
	t	0,30	0,33	0,51	2,10	4,51	0,89	0,56	0,52	3,71	0,54	0,47	0,35	1,23	
Удийалчай – Гырыз	n	2,83	2,80	3,39	6,65	13,7	17,8	12,9	8,05	6,52	5,67	4,07	3,22	7,25	0,94
	t	2,97	2,96	3,22	6,29	11,5	16,4	10,9	7,42	6,46	5,88	4,52	3,54	6,84	
Хыналыгчай – Хыналыг	n	0,15	0,16	0,26	0,53	1,41	1,36	0,89	0,51	0,39	0,35	0,29	0,19	0,54	0,81
	t	0,15	0,17	0,25	0,55	0,83	1,02	0,72	0,49	0,39	0,28	0,26	0,20	0,44	

Үдийалчай – Хыналыг	<i>n</i>	1,50	1,36	1,38	2,40	5,77	7,99	6,10	4,20	2,53	2,86	2,15	1,84	3,42	1,04
	<i>m</i>	1,36	1,19	1,26	2,52	5,12	12,2	5,18	4,24	3,05	2,69	1,99	1,62	3,54	
Үдийалчай – Кюпчал	<i>n</i>	2,91	2,80	3,30	6,38	13,3	17,1	12,9	8,23	7,43	6,34	4,72	3,61	7,42	0,86
	<i>m</i>	2,49	2,67	3,27	5,88	10,2	14,8	2,79	6,3	5,08	4,90	8,74	2,85	6,41	
Агчай – Джек	<i>n</i>	0,93	0,91	1,04	1,84	4,13	5,60	4,10	2,55	2,04	2,02	1,51	1,18	2,32	0,91
	<i>m</i>	1,06	0,93	1,06	1,91	3,44	4,46	3,25	2,65	1,85	1,81	1,15	1,28	2,10	
Агчай – Сухтагала	<i>n</i>	1,08	0,10	0,38	0,59	0,46	0,52	0,22	0,13	0,29	0,27	0,20	0,13	0,28	0,96
	<i>m</i>	0,088	0,13	0,32	0,55	0,50	0,39	0,19	0,18	0,23	0,32	0,26	0,12	0,27	
Үарачай – Рюк	<i>n</i>	1,02	1,07	1,36	2,28	3,48	4,57	3,59	2,23	1,99	1,65	1,35	1,24	2,15	1,12
	<i>m</i>	1,71	1,60	1,77	2,35	3,44	4,21	3,02	2,33	2,35	2,33	1,91	1,79	2,40	
Үагагучай – Рустов	<i>n</i>	0,23	0,24	0,89	1,75	1,23	1,21	0,52	0,24	0,30	0,32	0,33	0,30	0,63	1,4
	<i>m</i>	0,39	0,23	0,95	1,68	1,87	1,61	0,77	0,58	0,73	0,62	0,72	0,43	0,88	
Зельвеличай – Нохур дюзи	<i>n</i>	1,2	1,26	2,19	4,19	6,19	6,40	3,84	2,72	2,33	2,50	1,47	1,23	2,67	0,92
	<i>m</i>	0,28	1,41	1,98	3,44	3,43	5,26	3,16	2,29	1,85	2,25	1,55	1,48	2,45	
Зельвеличай – Тенгиалты	<i>n</i>	1,85	1,59	3,50	8,43	10,2	9,16	6,17	3,84	3,88	3,73	2,81	2,16	4,81	0,81
	<i>m</i>	1,50	1,60	2,91	5,95	10,8	7,11	4,36	2,86	2,95	2,71	2,48	1,87	3,92	
Деркчай – Дерк	<i>n</i>	0,06	0,06	0,11	0,36	0,32	0,49	0,19	0,12	0,12	0,10	0,09	0,07	0,17	0,76
	<i>m</i>	0,047	0,056	0,084	0,20	0,28	0,27	0,14	0,087	0,087	0,14	0,10	0,062	0,13	
Ҳармидорчай – Халтан	<i>n</i>	0,11	0,14	0,32	0,61	0,66	0,56	0,33	0,11	0,14	0,19	0,22	0,18	0,30	1,57
	<i>m</i>	0,22	0,26	0,56	0,80	0,88	0,83	0,38	0,26	0,34	0,42	0,39	0,32	0,47	
Думгайытчай – Пирикишкюл	<i>n</i>	0,43	1,14	2,33	5,71	3,05	2,03	0,45	0,34	0,53	0,74	0,64	0,54	1,49	0,95
	<i>m</i>	0,59	0,65	2,67	2,77	3,43	2,06	0,82	0,39	1,12	0,87	0,85	0,86	1,42	

Залакенчай – Балакан	<i>n</i>	0,89	0,92	2,38	6,67	9,33	8,79	5,22	2,57	3,84	3,41	2,02	1,21	3,94	1,08
	<i>m</i>	2,12	2,38	3,54	5,71	7,31	6,70	4,93	4,07	3,26	3,65	3,42	2,78	4,16	
Галачай – Загатала	<i>n</i>	0,93	0,98	1,88	5,3	7,66	7,38	4,83	3,61	4,52	3,92	2,27	1,44	3,73	1,08
	<i>m</i>	2,11	2,24	3,16	5,41	6,31	6,31	4,96	3,82	3,79	3,35	3,3	2,47	9,94	
Сурмухчай – Сарыбаш	<i>n</i>	1,06	1,06	1,09	1,82	2,53	2,73	2,71	2,15	2,03	1,73	1,42	1,17	1,78	1,01
	<i>m</i>	0,87	0,78	0,98	1,77	3,13	3,05	2,45	2,05	1,90	1,79	1,61	1,28	1,80	
Сурмухчай – Илису	<i>n</i>	2,02	2,67	2,68	5,49	10,8	10,3	8,36	6,82	8,05	4,22	2,99	2,37	5,35	0,92
	<i>m</i>	1,98	3,25	2,54	5,33	4,58	10,9	8,38	6,44	5,49	4,28	3,21	2,87	4,94	
Сунахайсу – Сарыбаш	<i>n</i>	0,35	0,33	0,42	0,84	1,16	1,30	1,10	0,86	0,82	0,69	0,55	0,39	0,73	1,14
	<i>m</i>	0,30	0,31	0,42	0,95	1,34	1,73	1,21	0,96	0,89	0,73	0,71	0,45	0,83	
Тамачай – Илису	<i>n</i>	0,48	0,41	0,55	1,44	2,89	3,06	2,55	1,69	1,44	1,06	0,76	0,61	1,41	1,01
	<i>m</i>	0,48	0,44	0,60	1,53	2,94	2,99	2,42	1,65	1,36	1,23	0,78	0,60	1,42	
Агричай – Башдашагыл	<i>n</i>	1,77	1,67	1,89	3,80	6,44	6,44	5,14	3,97	3,45	3,55	2,27	1,98	3,70	0,85
	<i>m</i>	1,78	1,71	2,0	3,44	4,62	4,56	3,60	3,38	3,01	5,76	2,21	1,89	3,16	
Агричай – б. устья	<i>n</i>	11,4	11,4	12	14,1	16,6	16,9	12,5	9,65	12,9	13	11,4	11,7	12,8	1,33
	<i>m</i>	14	14,6	15	19	27,8	24	16,4	13,7	15,5	17,1	16,8	15,5	17	
Таных – на 1,7 км ниже вып. теки Агричай	<i>n</i>	6,57	68	93,8	161	187	163	11,1	69,8	88,7	9,7	80,6	44,4	105	1,01
	<i>m</i>	19,8	67,7	86,6	147	190	178	107	82,6	87,8	84,8	88,5	77	106	
Дамарчыг – б. устья	<i>n</i>	0,85	0,86	0,88	1,28	1,80	2,38	1,91	1,63	1,70	1,45	1,17	1,01	1,41	1,23
	<i>m</i>	1,0	1,01	1,24	2,68	2,53	2,57	2,01	1,98	1,69	1,57	1,29	1,15	1,73	
Тухадурмаз – б. устья	<i>n</i>	0,15	0,12	0,19	0,68	1,24	1,44	1,11	0,69	0,61	0,43	0,28	0,21	0,66	1,5
	<i>m</i>	0,51	0,51	0,63	1,02	1,40	1,45	1,07	1,10	0,89	0,89	0,69	0,58	0,90	

Тайнар – Бустья	<i>n</i>	0,07	0,06	0,10	0,33	0,59	0,65	0,47	0,28	0,29	0,19	0,13	0,09	0,27	2,30
	<i>m</i>	0,35	0,67	0,43	0,73	0,61	1,20	0,74	0,67	0,59	0,54	0,49	0,39	0,62	
Дамирапаранчай – Габала	<i>n</i>	2,16	1,92	2,16	4,39	8,01	10,2	7,22	5,21	5,26	4,93	3,44	2,52	4,78	1,27
	<i>m</i>	2,74	4,27	2,63	5,51	6,3	12	8,44	10,2	6,52	6,20	4,42	3,50	6,06	
Геокчай – Геокчай	<i>n</i>	8,89	9,0	11,2	18,8	20,1	18,7	13,2	10,2	11,1	12,4	10,6	7,18	12,6	0,96
	<i>m</i>	7,36	7,56	9,50	24,3	18,9	12,8	11,5	12,4	10,5	12,1	9,99	7,90	12,1	
Ахохчай – Ханагах	<i>n</i>	0,71	0,76	1,30	2,90	2,64	2,45	1,36	1,14	1,21	1,38	1,34	0,91	1,51	1,2
	<i>m</i>	0,88	1,00	1,48	3,18	3,31	3,05	1,88	1,19	1,78	1,61	1,35	1,03	1,81	
Тардиманчай – Гаранохур	<i>n</i>	2,62	2,97	5,84	14,1	14,4	10,1	5,58	4,19	6,99	5,75	4,28	2,93	6,65	0,86
	<i>m</i>	2,19	2,60	5,52	9,98	11,2	9,48	6,57	4,22	4,63	5,53	3,80	2,72	5,70	
Тирсаатчай – Поладлы	<i>n</i>	0,86	0,86	3,12	6,59	4,86	3,19	0,63	0,35	1,22	2,37	1,51	1,13	2,23	2,12
	<i>m</i>	2,33	3,46	5,47	9,78	8,93	5,89	4,61	4,03	4,37	3,38	2,46	1,87	4,72	

Примечание: *n* – среднееголетний расход воды за период до 1977 г.; *m* – среднееголетний расход воды за период с 1977 г. по настоящее время; *b* – отношение среднееголетнего расхода воды рек за период с 1977 г. по настоящее время к среднееголетнему расходу воды за период до 1977 года.

Анализ таблицы показывает, что величина b в 20-и пунктах больше единицы, в одном пункте равна единице, а в остальных пунктах – меньше единицы. С этой точки зрения стало интересным сравнительное исследование рек Большого Кавказа по его северо-восточному и южному склонам.

На реках, стекающих с северо-восточного склона Большого Кавказа, среднееголетний расход воды и величина b изменяется в пределах 0,76...1,57, а на южном склоне – 0,85...2,30. Скорее всего, это, видимо, связано с большим влиянием изменения климата на поверхности суши Республики, нежели Каспийского моря. Величина b для рек северо-восточного склона Большого Кавказа изменяется следующим образом – из 21-го пункта в семи значение больше единицы, в одном – единица, а в остальных – меньше единицы. Для рек южного склона Большого Кавказа – из 17-и пунктов в 13-и – больше единицы, в остальных пунктах меньше единицы. Последнее сравнение показывает, что среднееголетние расходы на южном склоне Большого Кавказа больше, чем на его северо-восточном склоне.

На южном склоне Большого Кавказа это объясняется увеличением количества водохранилищ в Республике, а также повышением уровня Каспийского моря с 1976 года, а уменьшение расхода на его северо-восточном склоне связано с глобальным потеплением климата. Анализ современного состояния водных ресурсов, особенно речных вод Большого Кавказа, дает основание прийти к следующему заключению:

1. Выявлено, что на исследуемой территории за период с 1977 года по настоящее время в среднееголетнем расходе воды произошли изменения по сравнению таковым до 1977 года. Нижний предел расхода воды увеличился в 3,8 раза, а верхний остаётся без изменений. Увеличение нижнего предела среднееголетней нормы расхода воды объясняется потеплением климата, а также увеличением количества водохранилищ на территории республики.
2. Определено, что на водность рек, стекающих с южного склона Большого Кавказа, более существенное влияние оказала хозяйственная деятельность человека, чем это наблюдается на северо-восточном склоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вердиев Р.М. Водные ресурсы рек Восточного Кавказа в условиях изменения климата. – Баку: БГУ, 2002. – 204 с.
2. Волчек Ан.А. Колебания максимальных расходов воды весеннего половодья рек Белоруссии. // Изд. РАН. Серия геогр. – 2008. – №2. – С. 93-104.
3. Груза Г.В. Климатическая изменчивость и прогноз изменений климата. // Природа. – 1992. – №8. – 236 с.
4. Дектяренко Т.И. Климатические и антропогенные изменения стока рек Кавказа. // Труды ВНИИГМИ МЦД. – 1988. – Вып. 149. – С. 58-59.

5. Исмаилов Г.Х., Федоров В.М. Анализ многолетних колебаний годового стока Волги. // Водные ресурсы. – Т. 28. – 2001. – №5. – С. 517-525.
6. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Многолетние колебания речного стока. / В кн. Тр.12 Всесоюзного Гидрологического съезда. Т.1 Л.: Гидрометеиздат, 1975. – С. 181-196.
7. Логинов В.Ф., Волчек Ан.А., Парфомук С.И. Современные изменения водных ресурсов республики Беларусь. География и природные ресурсы. – 2008, – №4 – С. 149-154.
8. Мамедов Дж.Г. Анализ факторов влияющих на изменение гидроэкологических условий транзитных и пограничных рек Азербайджанской республики (на азерб. яз.). // Мониторинг, гидрометеорология и окружающая среда. – 2007. – №4. – С. 147-151.
9. Мансимов М.Р. Колебание годового стока рек Азербайджана. // Мониторинг, гидрометеорология и окружающая среда. – 2006. – № 3. – С. 47-56.
10. Махмудов Р.Н. Глобальные климатические изменения – причины и естественные катастрофы. // Мониторинг, гидрометеорология и окружающая среда. – 2006. – № 3. – С. 22-32.
11. Рустамов С.Г. Реки Азербайджанской ССР и их гидрологические особенности. // Изд-во АН Азерб. ССР (на азерб. яз.). – 1960. – 196 с.
12. Фатуллаев Г.Ю. Разработка нового методического подхода оценки возможных изменений водных ресурсов и водного режима рек бассейна Куры в условиях глобального потепления климата: Докл. / Межд. конф. «Новые подходы и методы в изучении природных и природно-хозяйственных систем». – Алма-Аты: 2000. – С. 209-212.

Институт Географии им акад. Г.А. Алиева, НАН Азербайджана, г. Баку

ҮЛКЕН КАВКАЗ ӨЗЕНДЕРІ АҒЫНЫНЫҢ КЛИМАТ ӨЗГЕРУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Геогр. ғылымд. канд. Дж.Г. Мамедов

Мақала Үлкен Кавказ өзендерінің орташа көп жылдық ағын шамасының 1977 жылдан бастап қазіргі уақытқа дейінгі 1977 жылға дейінгі қатынасының өзгеру талдауына арналған.

Орташа көпжылдық ағынның аталған қатынастары Үлкен Кавказдың әр баурайында әртүрлі. Сонымен, Үлкен Кавказдың оңтүстік баурайындағы орташа көпжылдық су ағыны солтүстік – шығыс баурайынан көбірек. Бұл Үлкен Кавказдың оңтүстік баурайындағы Республикадағы суқоймалардың көбейуімен түсіндіріледі, сонымен қатар Каспий теңізі деңгейінің 1976 жылдан бастап көтерілуіне байланысты, ал солтүстік-шығыс баурайындағы өзен ағындарының азайуы климаттың ғаламдық жылынуына байланысты.

Үлкен Кавказдың оңтүстік баурай өзендері сулылығына солтүстік-шығыспен салыстырғанда антропогендік фактордың (суқоймалар негізінде) әсері мол.

УДК 551.54

**ЛЕССОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ
ОПАСНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

Доктор геогр. наук Ф.Ж. Акиянова

Рассмотрены особенности территориального распространения лессов и лессовидных отложений, показана зависимость их состава и мощности от литологии подстилающих пород и рельефа. Охарактеризованы опасные просадочные свойства лессов и лессовидных суглинков, которые необходимо учитывать при хозяйственном, особенно селитебном освоении в связи высоким риском развития опасных процессов – просадки, суффозии, оползней и обвалов, оврагоформирования и др.

Лессы и лессовидные отложения являются одними из наиболее широко распространенных типов континентальных четвертичных отложений почти на всех континентах Земли, причем наибольшее развитие они получили в Евразии и Америке. Лессовые породы перекрывают более трети площади СНГ – 34 % [9], в Казахстане они занимают до 70 % территории и приурочены к северной, центральной, южной и юго-восточной частям республики, менее развиты на западе. Лёссовые породы широкой полосой обрамляют горно-складчатые сооружения юга республики: Каратау, Таласский, Иле и Жетысу Алатау, они развиты в пределах Казахского мелкосопочника, аккумулятивных и денудационных равнин Северного Казахстана. Сплошные мощные покровы лёссовых пород характерны для низкогорий, пролювиальных и аллювиально-пролювиальных предгорных равнин, делювиально-пролювиальных разновозрастных плейстоценовых конусов выноса [2, 3]. На остальной площади развитие получили фрагментарно распространенные маломощные покровы лёссовых пород: делювиально-пролювиальные в пределах конусов выноса и их шлейфов; элювиально-делювиальные на разновозрастных водораздельных поверхностях, возвышенностях; озерно-аллювиальные и аллювиальные на аккумулятивных равнинах плейстоценового возраста и высоких террасах крупных речных систем: Сырдарии, Сарысу, Чу, Или и др. Мощность покровов лёссовых пород изменяется от первых до 50...60 м и более в пределах высоких предгорных ступеней и межгорных впадин [4].

Исследование основано на анализе опубликованных данных по лессу и лессовидным породам в других регионах мира и СНГ [5, 7], а также работ автора в пределах Северного Казахстана [8] в рамках геолого-геоморфологических исследований, при изучении и картографировании опасных просадочных явлений в лессах и лессовидных суглинках по территории Казахстана, проведенных совместно с канд. геол.-мин. наук М.Т. Адиковым (2009...2010 гг.).

Термин «лесс» пришел из немецкого языка, это неслоистая [осадочная горная порода](#) палевой окраски, мало влажная, слабо агрегированная, по гранулометрическому составу относится к пылеватым суглинкам и супесям. Лёссовые породы подразделяются на лессы и лессовидные суглинки. На 60...70 % в их составе преобладают пылеватые частицы, частицы песка крупнее 0,25 мм отсутствуют, глинистые частицы содержатся в незначительном количестве. Глинистые минералы представлены каолинитом, иллитом, монтмориллонитом и незначительны по содержанию. Лесс и лессовидные породы содержат значительные включения карбонатов. Характерной особенностью лессов является их высокая пористость, достигающая 46...52 % от общего объема породы. Опасными свойствами являются высокая просадочность (осадка при замачивании) и эрозийная размываемость [6].

Лессовые грунты встречаются в различных районах Казахстана и широко используются в качестве строительного основания. Недооценка их просадочных свойств при проектировании и строительстве приводит к деформациям зданий и сооружений. Поэтому изучение специфических свойств таких грунтов для целей безопасности строительства являются актуальными. Под термином «просадочные явления» понимают уплотнение лессовых пород с вертикальной деформацией (осадкой) под действием увлажнения и нагрузки. В строительном отношении лессы и лессовидные породы классифицируются как структурно-неустойчивые сложные грунты, характеризующиеся опасностью просадок, приводящих к деформации зданий и сооружений, активизации других опасных процессов: суффозии, оползне- и оврагообразования. Территории развития лессовых отложений представляют большую потенциальную опасность негативных проявлений геолого-геоморфологических процессов.

В равнинной части Северного Казахстана субаэральные отложения сплошным чехлом покрывают водораздельные пространства, породы представлены лессовидными суглинками пылеватого состава, желто-

бурого и палевого цвета, обладают повышенной карбонатностью и пористостью. Лессовидные супеси встречаются реже; участками в толщах наблюдаются тонкие прослои мелкозернистых глинистых песков. Мощность отложений до 10 м. Наибольшую мощность эти отложения имеют на участках гривного рельефа на Тобол-Убаганском и Убагано-Есильском междуречьях, где на гривах и пологих всхолмлениях она достигает 10...12 м, в межгривовых понижениях снижается до 1 м.

Анализируя искусственные обнажения (район оз. Карой, Теке, Кзылкак) водораздельных покровных толщ, постепенно переходящих в подстилающие озерно-аллювиальные отложения неогена и реже палеогена, можно прийти к возможности возродить точку зрения Л.С. Берга (1916 г.) об элювиальном образовании лессовидных суглинков. Облессование рыхлых минеральных масс (пылеватость, известковистость и т.д.), а в широком смысле трансформация верхних горизонтов глин и суглинков теоретически не оспаривается. Монотонность разреза суглинков и отсутствие в разрезе погребенных почв не свидетельствуют в пользу эолового накопления. Что касается различных субаквальных, главным образом озерных отложений, то они возможны спорадическими пятнами и на поверхности низких плато, и в мелкосопочной части Северного Казахстана. Иными словами, казалось бы однородная покровная толща на самом деле гетерогенна, включая незначительное перемещение мелкозема за счет микрорельефа равнинных поверхностей. Эпигенетические преобразования рыхлых масс, как правило, уничтожают мелкую органику, и в элювиальных суглинках обычно не содержатся споры и пыльца. Элювиальный процесс продолжается весь четвертичный период, и следы трещин усыхания или криодеформаций в разрезах элювиальных суглинков располагаются в подошве почвенно-растительного слоя.

Обширные приподнятые площади развития элювиальных суглинков по озерным отложениям неогена располагаются между оз. Карой, Теке, Кзылкак, Табылгасор. Далее на восток в Прииртышье горизонт легких мелкопористых суглинков и супесей имеет сравнительно отчетливую нижнюю границу (особенно над аллювиальными толщами), определенное стратиграфическое положение в сводном разрезе и преимущественно субаквальный генезис.

При определении возраста покровных водораздельных суглинков существенное место занимает выяснение геоморфологических соотношений. Если в западной части Ишим-Иртышского междуречья соотношения водо-

раздельной толщи и вложенных в нее осадков долины р. Ишим, Камышловского лога, реки Чаглинки и отложений современных озер не противоречат законам стратиграфии, то с данными по Прииртышью дело обстоит сложнее. Здесь в разные годы собран богатый палеонтологический материал, главным образом по правобережью р. Иртыш, и создано большое количество разноречивых стратиграфических построений, порой не подтверждающихся геоморфологическими соотношениями. Исключение составляют участки, приподнятые в результате неотектоники, как, например, Павлодарский вал, где практически на дневную поверхность выведены породы нижнего плиоцена. Что касается просадочных свойств лессовидных суглинков в пределах Северного Казахстана, то здесь выделяется три степени опасности: слабая или отсутствует, незначительная и умеренная (рис. 1).



Рис. 1. Степень опасности просадок в лессовых грунтах в пределах Северного Казахстана.

Более молодая генерация – так называемая палевая свита, имеет региональное распространение, почти сплошным чехлом перекрывает более древние четвертичные, а также неогеновые и олигоценые отложения, выравнивая предшествующий аккумулятивный рельеф. В составе преобладают неяснослоистые супеси и легкие суглинки с рассеянными песчаными и гравийными зернами, количество которых увеличивается книзу. В основании разреза нередко выражена горизонтальная слоистость за счет тонких прослоев (0,5...10 см) опесчаненных глин, алевритов и разнозернистых пес-

ков с гравием. Вся толща карбонатизирована, особенно нижняя (мощность до 1 м) слоистая часть разреза, которая из-за устойчивости сцементированных слоев имеет ребристый облик в выветренном состоянии. Наиболее характерная мощность всей толщи, включая горизонт современных почв, составляет 2...3 м. Подошва в большинстве случаев горизонтальная, часто дополнительно подчеркнутая морозобойными клиньями. Местами, когда подошва плавно или карманообразно погружена, мощность палеовой свиты нарастает до 5...8 м. Генезис осадков проблематичный, видимо, субаквальный. Распространены они только на равнинах и отсутствуют в области мелкосопочника. Гранулометрический состав отложений свиты в различных геоморфологических условиях изменяется. Проанализировано по пять образцов, отобранных с одинаковой глубины в шести разрезах 2-метровой мощности. Три разреза находятся в долине р. Иртыш, где отложения свиты ложатся на аллювий второй террасы, а три других выбраны на водораздельной поверхности (возможно, третья терраса р. Иртыш). В первом случае во всех образцах отмечается повышенное содержание песчаных и гравийных частиц, в среднем на 20...25 %. Вторая группа разрезов содержит в 1,5...2 раза больше глинистых и алевритовых частиц. Как в агрегатном, так и в дисперсном состоянии характеристики в целом совпадают. Объясняются ли указанные отличия механического состава частичными изменениями условий осадконакопления или различной длительностью эпигенетического выветривания – пока сказать трудно.

Возраст палеовой свиты большинством исследователей считается позднечетвертичным на основании находок фауны мамонтового комплекса. Наши дополнительные сборы фауны, а также палинологическое изучение толщи Чупиной Л.Н. подтверждают эту точку зрения. Началась аккумуляция покровных суглинков в условиях относительно влажного и, вероятно, мягкого климата. Позже наступили аридизация климата и неблагоприятные условия не только для развития растительного покрова, но и для сохранности пыльцы. Завершается эпоха аккумуляции суглинков развитием растительности и климата современного типа. В этой связи, видимо, не следует игнорировать находки остатков голоценовых млекопитающих: лошади, кабана и домашнего быка (определения Б.С. Кожамкуловой) из верхней 0,5-метровой части палеовой свиты. Таким образом, в Павлодарском Прииртышье ко времени максимального похолодания позднего плейстоцена завершилось накопление грубозернистого аллювия. Затем отложились спокойно-водные алевриты в бывших правобережных прито-

ках р. Иртыш и осадки его второй террасы и все вместе перекрылось горизонтально-слоистыми супесями и суглинками палеовой свиты. По отложениям палеовой свиты развит современный почвенный покров.

Лёссовые породы предгорных ступеней, пролювиальных и аллювиально-пролювиальных равнин, а также межгорных впадин являются наиболее просадочными породами Казахстана, которые могут проявлять значительную просадку под собственным весом и большую просадку при дополнительных давлениях. Начальное просадочное давление лёссовых пород чаще составляет менее 0,1 МПа.

Просадочные лёссовые грунты по величинам коэффициента пористости делятся на: 1) низкопористые и 2) высокопористые, по степени водонасыщения делятся на три категории: 1) малой степени водонасыщения, 2) средней степени водонасыщения, 3) водонасыщенные. Просадочные грунты имеют невысокую влажность и прочные структурные связи. В природном состоянии их деформация под нагрузкой незначительна. Однако после увлажнения возникает просадка, которую условно делят на два типа: быстро протекающая (собственно просадка) и медленно протекающая (послепросадочная деформация). Наименьшую влажность лёссовых грунтов в зоне аэрации имеют лёссовые породы южных засушливых районов Республики, где она равна 0,04...0,12 %, в северных районах она повышается, достигая порой 20 %.

В толще лесса просадка от собственного веса отмечается с глубины 1,0...3,5 м. Территории с грунтовыми условиями по просадочности, в зависимости от возможной величины суммарной просадки от собственного веса грунта подразделяются на два типа:

1) грунтовые условия, в которых в основном возможна просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см; 2) грунтовые условия, в которых, помимо просадки грунтов от внешней нагрузки, возможна просадка от собственного веса и размер ее превышает 5 см. Указанное подразделение грунтовых условий по типам просадочности играет большую роль при назначении инженерных мероприятий и рациональных конструкций фундаментов на территориях, сложенных просадочными грунтами. Около 10 % всей лёссовой территории приходится на просадочные лёссовые грунты Южного (рис. 2) и Восточного Казахстана: предгорные ступени, адыры, равнины и межгорные равнины.

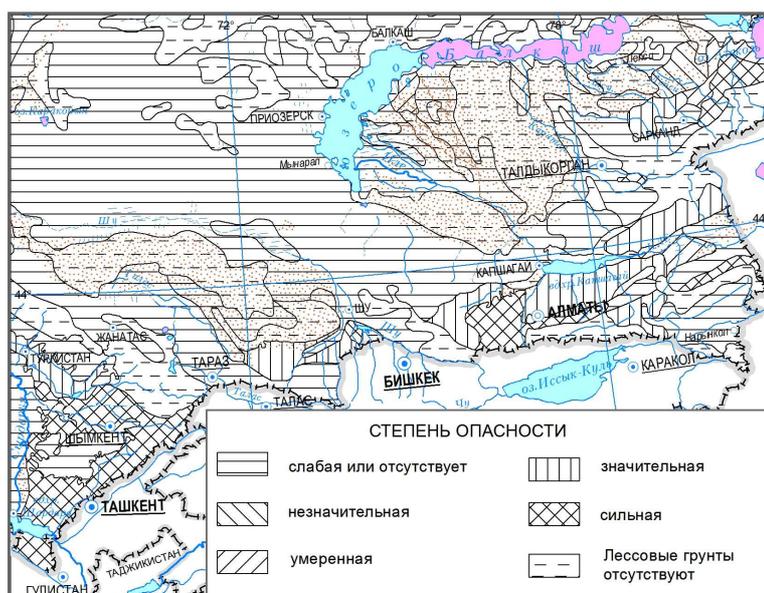


Рис. 2. Степень опасности просадок в лессовых грунтах в пределах Южного Казахстана.

Они характеризуются по грунтовым условиям просадочности как 2 тип с мощностью лессового грунта от 10 до 40 м и, в котором просадочная толща составляет от менее 10 до более 20 м. Суммарная просадка лессовых пород от собственного веса изменяется в широком интервале от 5 до более 100 см. Остальная территория, преимущественно водораздельные равнины юга, юго-запада, востока и севера республики, представлена грунтовыми условиями по просадочности I типа. Здесь общая мощность лессового покрова 3...10 м. В них просадочный горизонт менее 3...10 м. Суммарная просадка от собственного веса менее 5 см.

Для территорий с лессовыми грунтами характерно, прежде всего, развитие оврагов. По склонам глубоких оврагов проявляются оползни, в обнажениях – обвалы столбчатых отдельностей, в мощных лессовых толщах нередко прослеживаются псевдокарстовые формы рельефа. На водораздельных участках территорий 2 типа грунтовых условий получили развитие просадочные блюдца. При избыточном увлажнении проявляются просадки со смещением на дневной поверхности до 30...100 см, с присутствием трещинами и ступенчатыми блоками. В обводненных зонах склонов образуются оплывины, которые могут сформировать временные завалы русел рек и дать начало грязевым или грязекаменным селевым потокам.

В результате хозяйственного освоения просадочные процессы усиливаются и проявляются в более широких масштабах при землетрясениях, особенно в районах с повышенной 9...10 балльной сейсмичностью. Промышленно-гражданское и ирригационное строительство могут способствовать проявлениям процессов подтопления и вторичного засоления территорий с лессовыми грунтами. При недостатке данных по инженерным изысканиям, несоблюдении требований нормативных документов к работам по деформации и правил эксплуатации зданий и сооружений, неправильном выборе методов подготовки лессовых оснований возникают деформации выстроенных объектов. По этим причинам произошли деформации зданий и сооружений в городе Алматы и его пригородах на территориях с грунтовыми условиями просадки 2 типа. Деформации этих зданий вызваны замачиванием просадочных оснований как сверху, вследствие утечек из водоводов и коммуникаций, так и снизу, при подъеме грунтовых вод. Для обеспечения безопасности функционирования сооружений в пределах развития лессовых грунтов с опасными просадочными свойствами, а в целом для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, необходима разработка системы рекомендаций по применению совершенных методов строительства на просадочных грунтах, обеспечивающих прочность, устойчивость и нормальную эксплуатацию зданий и сооружений. И научным обоснованием для определения территорий с риском развития опасных просадочных явлений в лессах и лессовидных суглинках является «Карта опасности лессовых просадок», составленная в Институте географии с участием автора, фрагменты которой и представлены в данной публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адиков М.Т. и др. Схема районирования территории Талдыкурганской области по прогнозу просадочности лессовых грунтов. – Алма-Ата: Госстрой Казахской ССР. Республиканский межотраслевой Центр научно-технической информации. Серия инженерные изыскания. №8. 1980. – 5 с.
2. Адиков М.Т., Быкова В.С., Минервин А.В. Лессовые породы Казахской складчатой страны. / В кн.: Лессовые породы СССР. Т. II. – М.: Недра, 1986. – 275 с.
3. Быкова В.С. Лессовые породы Казахстана и Средней Азии. Казахская ССР. / В кн. Лессовые породы СССР. – М.: Наука, 1966. – 256 с.

4. Величко А.А. Лессово-почвенная формация Восточно-Европейской равнины. Палеогеография и стратиграфия. – М.: Российский фонд фундаментальных исследований. 1997. – 144 с.
5. Кригер Н.И. Лёсс. Формирование просадочных свойств. – М.: Наука, 1986. – 132 с.
6. Кригер Н.И., Котельникова Н.К., Лаврусевич С.И. и др. Закономерности формирования просадочных свойств лёссовых пород Средней Азии и Южного Казахстана. – М.: Наука, 1981. – 132 с.
7. Лёссовый покров Земли и его свойства / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2001. – 464 с.
8. Нурмамбетов Э.И., Чупина Л.Н., Акиянова Ф.Ж. Геология Северного Казахстана (стратиграфия). – Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1987. – 220 с.
9. Соколов В.Н. Проблема лёссов. МГУ им. М.В. Ломоносова. // Соросовский Образовательный Журнал. – 1996. – №9. – С. 86-93.

Институт географии ННТХ «Парасат» МОН РК, Алматы

ЛЕСС ШӨГІНДІЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРМЕН БАЙЛАНЫСТЫ ҚАУІПТІ ПРОЦЕСТЕР

Геогр. ғылымд. докторы Ф.Ж. Акиянова

Мақалада лессар мен лесс тәрізді шөгінділердің территориялық таралу ерекшеліктері қарастырылды, олардың құрамы мен қалыңдықтарының астыңғы таужыныстарының литологиясы мен жер бедеріне тәуелділігі көрсетілді. Шөгү (отыру), суффозия, жылжымалар мен опырылулар, жыра түзілу және т.б. қауіпті процестер дамуының жоғары қауіптілігімен байланысты шаруашылықта, әсіресе селітебті игеруде лессар мен лесс тәрізді саздақтардың қауіпті шөгү (отыру) қасиеттеріне сипаттама берілді.

УДК 91:504.06

**УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ЖИВЫМ ОРГАНИЗМАМ И
ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ**

Канд. биол. наук М.А. Аскарова

В статье рассматривается оценка уровня безопасности по живым организмам и здоровью населения на основе синергетического анализа и методов квалиметрии.

Фауна Казахстана представлена многообразием видов как строго охраняемых, так и широко используемых в промысловых и хозяйственных целях. Здесь обитают 835 видов позвоночных животных, в том числе млекопитающих – 178, птиц – 489 (из них 396 гнездящихся), пресмыкающихся – 49, земноводных – 12, рыб 104 и круглоротых – 3 вида. Объектами охоты являются 34 вида млекопитающих и 59 видов птиц [1, 2].

Инвентаризация фауны беспозвоночных не закончена и, видимо, выявлена только половина фактически имеющихся видов. Однако выяснено, что в Казахстане обитает не менее 80 000 беспозвоночных животных, в том числе не менее 60 000 видов насекомых.

К настоящему времени из 550 семейств насекомых, представленных в фауне Казахстана, достаточно полно изучены лишь около 100 и выявлено не более 40 % видового состава, не говоря уже о крайне слабой изученности биологических, экологических особенностей видов и их распространения.

Многообразие природных условий Казахстана обусловило богатство и разнообразие его биологических ресурсов. Биологические ресурсы страны являются жизненно необходимыми для ее экономического и социального развития. Биологическое разнообразие является достоянием огромной ценности для нынешних и будущих поколений.

Казахстан, благодаря географическому положению в центре континента Евразии и уникальному сочетанию природных комплексов степей, пустынь, гор, крупных внутриконтинентальных водоемов с впадающими в них реками и обширными дельтами характеризуется большим разнообразием экосистем и соответствующим им типов растительности. В Казахстане представлен полный спектр подзональных вариантов растительности степей, пустынь и горных поясов, характерных для Центральной Азии.

Сокращение компонентов биоразнообразия может быть вызвано природными или антропогенными воздействиями. Примерами антропогенного воздействия являются: разрушение природных экосистем, нерациональное использование биологических ресурсов, нерациональная сельскохозяйственная практика (перевыпас, нерациональное сенокошение), химическое и радиационное загрязнение воды и почвы, нарушение гидрологического режима рек и озер, вызванное зарегулированием стока рек, браконьерство, торговля видами, находящимися под угрозой исчезновения, бесконтрольная интродукция чужеродных видов растений и животных, самовольная вырубка деревьев и кустарников.

В Казахстане, в связи с экстенсивным освоением и преобразованием целых ландшафтных зон, экологическая обстановка в последние десятилетия обострилась. Распашка целинных земель, деградация пустынных пастбищ в результате перевыпаса, зарегулирование стока большинства крупных рек, особенно в южных регионах, истощение растительных ресурсов вследствие примитивного ведения заготовок, сплошной рубки леса и бесконтрольной вспашки земель, химическое и ядерное загрязнение – все это привело к большим нарушениям в биологических системах регионов (Приаралье, Прикаспий, Прибалхашье, Прииртышье, Рудный Алтай, Южный Казахстан и др.).

Экологическая ситуация в Казахстане характеризуется в значительной мере деградацией природных систем, что ведет к дестабилизации биосферы, утрате ее способности поддерживать качество окружающей среды (ОС), необходимое для жизнедеятельности общества. Остро стоит проблема опустынивания. Критическое состояние биоразнообразия связано с хозяйственной деятельностью, загрязнением природной среды и стихийными бедствиями, а также незначительной площадью охраняемых экосистем. Отмечено истощение биоразнообразия и деградации экосистем на 66 % площади республики, особенно в зоне пустынь и степей, при распашке земель и перевыпасе.

По имеющимся оценкам, около 75 % территории страны подвержены повышенному риску экологической дестабилизации. В результате скудности и неравномерности распределения водных ресурсов, площади занимаемые песком составили до 30 млн. га, солонцеватыми и засоленными землями – более 93 млн. га. Природные особенности Казахстана обуславливают слабую устойчивость природной среды к антропогенным воздействиям. В результате антропогенных факторов, наибольшей деградации подверглись пастбища, прилегающие к сельским населенным пунктам и водным источникам. По данным АЗР РК в 2006 г. из 182,8 млн. га пастбищ, сбитых в средней и сильной степени, числится 26,6 млн.га. Процесс деградации пастбищ имеет тенденцию к возрастанию. На орошаемых землях на долю дегумификации приходится 0,7 млн.га.

Учитывая глобальный характер проблемы биологического разнообразия, весьма важным является охрана не только отдельных видов, но и охрана целого ряда уникальных растительных сообществ, их разнообразие и устойчивость – важнейшее условие оптимальности среды в биологической продуктивности. Незначительная часть сообществ в той или иной мере охраняется в заповедниках или заказниках, но нет общего перечня справочной сводки исчезающих и редких растительных сообществ, охрана которых чрезвычайно важна для будущего. Целый ряд их представляет исключительный интерес в качестве эталонов устойчивых соотношений видов, а также генофонда для селекции полезных, особенно пищевых и кормовых растений. Многие сообщества имеют очень узкие ареалы и уже, поэтому случайная гибель может привести к утрате их в природе. Сохранить эти редкие и исчезающие виды можно только мерами усиленной охраны их сообществ.

Вмешательство человека в эту среду должно быть тонким, так как природа не прощает ошибок, необходимо принимать взвешенные и научно-обоснованные комплексные решения, которые позволят не только сохранить биоразнообразие видов для будущих поколений, но сохранить среду их обитания в первозданном виде. Так как в системе биоценозов животный и растительный миры неразрывно связаны друг с другом глубокими и неразрывными связями, то для упрощения расчетов, оценку уровня безопасности по биоразнообразию, будем рассчитывать исходя только из оценки биоразнообразия фауны Казахстана.

Показатели биоразнообразия оцениваются многими исследователями, однако они ориентированы не на количественные значения, а качественные параметры экосистемы. Такие показатели не могут быть оценены с позиции управления экологической безопасности, поэтому нами предложена система количественной оценки параметров биоразнообразия, определяющий показатель безопасности по биоразнообразию. Принцип количественной оценки ориентирован на то, что численность вида зависит от средней продолжительности жизни представителя этого вида, а более точно – жизненного цикла популяции. Однако зависимость для жизненных форм является нелинейной, а скорее квадратичной, поэтому при незначительном увеличении жизненного цикла популяции, численность ее заметно возрастает. Подобные явления в природе считаются аномальными. Если выражать это через Индекс Джинни, чем больше аномалия, тем быстрее изменяется этот показатель. Следовательно, для определения показателя безопасности по биоразнообразию ($K_{ББ}$) используем следующую формулу:

$$K_{BB} = \frac{\left| 1 - \sum_{i=2}^n (Y_i - Y_{i-1}) \right|}{\left| 1 - \sum_{i=2}^n (Z_i - Z_{i-1}) \right|} \times \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{\sum_{i=1}^n Y_i},$$

где n – количество видов животных обитающих в Казахстане, Y_i, Z_i – численность популяции i -того вида фауны, и жизненный цикл популяции. Множества $(Y_1, Y_2, \dots, Y_k, Y_{k+1}, \dots, Y_n)$ и $(Z_1, Z_2, \dots, Z_k, Z_{k+1}, \dots, Z_n)$, идут в строго убывающем порядке. При высоком биоразнообразии изучаемой территории, показатель безопасности стремится к 1. При доминировании численности видов находящихся на примерно одинаковой стадии жизненного цикла популяции, происходит нарушение экологического баланса, в этом случае показатель безопасности стремится к 0.

В целом подобный новаторский подход к исследованию биоразнообразия требует дополнительных широкомасштабных исследований и уточнений, однако, следуя логике нашего исследования, постараемся оценить уровни безопасности по пятибалльной шкале в табл. 1.

Таблица 1

Уровни безопасности по биоразнообразию

Индекс	Уровень безопасности	
I	0,70 и выше	Высокий
II	0,69...0,60	Приемлемый
III	0,59...0,50	Средний
IV	0,49...0,40	Критический
V	менее 0,39	Катастрофический

Одним из важных элементов обеспечения экологической безопасности является здоровье населения. Не секрет, что здоровье и продолжительность жизни человека зависят от многих факторов. Основными из которых является чистая окружающая среда и предоставление возможности качественного питания, качественного медицинского обслуживания. Другие факторы, как генетическая предрасположенность, образ жизни, физическая культура и т.д. зависят от самого человека, а первые три должны гарантироваться государством. Соответственно сохранение и приумножение здоровья населения в данном контексте является весьма важным элементом экологической безопасности, так как население республики является не только экономическим ресурсом государства, но и представляет потенциал его социально-экономического развития.

Наиболее обобщенными и содержательными показателями здоровья населения являются индекс заболеваемости и средняя продолжительность

ность жизни, через которые находится показатель безопасности по здоровью населения ($K_{БЗН}$) по следующей формуле:

$$K_{БЗН} = \sum_i^n \frac{I_{30Г\ i}}{I_{3ПГ\ i}} \left(1 - \frac{L_{\max} - L_i}{L_{\max}} \right) \frac{H_i}{H},$$

где n – количество районов, $I_{30Г\ i}$ – индекс заболеваемости отчетного года i -ого района, $I_{3ПГ\ i}$ – индекс заболеваемости предыдущего перед отчетным года, L_i – средняя продолжительность жизни в i -ом районе, L_{\max} – максимальная зарегистрированная средняя продолжительность жизни (в Японии). H_i , H – численность населения i -ого района и общая численность населения.

Показатель безопасности рассчитывается по регионам, что позволяет учитывать региональные особенности и проводить параллели с оценкой окружающей среды в разрезе административно-территориальных единиц. В соответствии с принятой автором пятибалльной шкалой, определим уровни безопасности по здоровью населения (табл. 2).

Таблица 2

Уровни безопасности по здоровью населения

Индекс	Уровень безопасности	
I	0,9 и выше	Высокий
II	0,89...0,80	Приемлемый
III	0,79...0,70	Средний
IV	0,69...0,60	Критический
V	менее 0,59	Катастрофический

В среде живых организмов мы выделяем два вида угроз: сохранение биоразнообразия и здоровья населения, соответствующие показатели экологической безопасности, которые также должны быть оценены с позиции вклада в интегральный показатель уровня безопасности (табл. 3).

Таким образом, задача сохранения биоразнообразия и здоровья населения должна быть результирующей составляющей всей системы экологической безопасности, которая позволит комплексно подходить к этой проблеме в рамках обеспечения безопасности природно-хозяйственных систем.

Таблица 3

Оценка критериев весовых показателей по живым организмам

Критерий оценки	Показатель безопасности по биоразнообразию	Показатель безопасности по здоровью населения
По значимости (x_1)	Очень значимые	2 Крайне значимые
По управляемости (x_2)	Слабо управляемые	1 Управляемые
По масштабу угроз (x_3)	Глобальные	3 Национальные
Всего		6 7

Вместе с тем для качественной оценки количественного значения интегрального показателя безопасности, его также необходимо ранжировать по пятибалльной шкале, следуя основным принципам методологии оценки. Так как интегральный показатель рассчитывается на основе квазиметрического метода посредством вышеприведенной формулы, то следуя этому методу мы рассчитаем уровни безопасности природно-хозяйственных систем на основании уровней безопасности по каждому показателю и его вкладу в обеспечение общей экологической безопасности (табл. 4).

Таблица 4

Уровни безопасности природно-хозяйственных систем

Индекс	Уровень безопасности	
I	0,870 и выше	Высокий
II	0,869...0,770	Приемлемый
III	0,769...0,670	Средний
IV	0,669...0,540	Критический
V	менее 0,539	Катастрофический

Таким образом, используя интегральный показатель безопасности природно-хозяйственных систем, на основании его количественной и качественной оценки по уровням, мы можем опередить наиболее приемлемый комплекс управленческих воздействий для повышения экологической безопасности республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аскарлова М.А., Абиева Д.К., Келимбаева Р. – Особо охраняемые природные территории. / Республика Казахстан. Окружающая среда и экология. Т. 3. – Алматы, 2006. – С. 469-487.
2. Четвертый Национальный доклад о биологическом разнообразии. – eco.gov.kz/sotrudnishestvo/bio.php

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

ТІРІ АҒЗАЛАР МЕН ТҰРҒЫНДАР ДЕНСАУЛЫҒЫ БОЙЫНША ҚАУІПСІЗДІК ДЕҢГЕЙІ

Биол. ғылымд. канд. М.А. Аскарлова

Мақалада, тірі ағзалар мен тұрғындар денсаулығы бойынша қауіпсіздік деңгейін синергетикалық таладу мен квалиметрия әдісі негізінде бағалау мәселесі қарастырылған.

УДК 551.510.42

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕНОСА
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В КАЗАХСТАНЕ С ПОМОЩЬЮ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА HYSPLIT_48**

И.В. Каипов

Канд. геогр. наук И.Б. Есеркепова

Представлены возможности использования программного комплекса HYSPLIT_48 в Казахстане для моделирования трансграничного переноса загрязняющих веществ в атмосфере. Получены оценки массы выпадений тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей на территорию Казахстана и на соседние страны. Сделан вывод о том, что данный программный комплекс может служить инструментом для оценки трансграничного переноса загрязняющих веществ в Казахстане в рамках Конвенции Европейской экономической комиссии ООН о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.

Программный комплекс HYSPLIT_48 представляет собой систему, которая предназначена для решения относительно простых задач расчета траектории выноса и моделирования сложных процессов трансграничного переноса, рассеивания и выпадения аэрозолей и газообразных примесей различного генезиса. Алгоритмы расчета представляют собой гибридный эйлеро-лагранжевый приближения. Адвекция и диффузия рассчитывается в лагранжевой системе координат, а концентрация – в фиксированных узлах сетки [5, 6].

Перенос и рассеивание примесей рассматривается или как простой выброс облака или как рассеивание кластера частиц. Модель использует предварительно интерполированные в узлы сетки метеорологические данные. Расчет концентрации примесей в атмосфере требует задания источника и физических характеристик примеси. Система моделирования представляет собой модульную структуру с пользовательским графическим интерфейсом для установки параметров и запуска модулей для расчета траектории, концентрации и выпадения частиц.

Обычно поля метеорологических данных, полученные различными расчетными моделями, не могут напрямую использоваться в моделях дисперсии без предварительной обработки. Это связано с тем, что выходные

данные метеорологических моделей представляются в разных вертикальных координатных системах. Для придания большей гибкости и возможности использования метеорологических данных из разных источников метеорологические профили в каждой горизонтальной точке сетки линейно интерполируются на принятую в дисперсионной модели вертикальную σ -координатную систему:

$$\sigma = (Z_{top} - Z_{msl}) / (Z_{top} - Z_{gl}), \quad (1)$$

где Z_{gl} – высота относительно уровня моря; Z_{msl} – высота уровня моря; Z_{top} – максимальная высота.

Горизонтальная сетка в дисперсионной модели выбрана так, чтобы она была идентична представлению метеорологических данных. Поддерживаются три ортоморфические проекции (Polar Stereographic, Mercator, Lambert Conformal). Временной интервал, принятый для полей метеорологических переменных в узлах регулярной сетки, для региональных моделей составляет 3 часа, для глобальных – 6 часов. Для проведения расчетов в дисперсионной модели минимально требуются следующие метеорологические поля: U , V – горизонтальные компоненты скорости ветра; T – температура; Z – высота; P – давление; P_o – давление у земной поверхности.

В лагранжевой модели вычисления концентрации примеси в атмосфере производятся на основании одного из двух приближений. В модели «облака» источник задается путем моделирования выброса облаков через определенные интервалы времени за весь промежуток действия источника. Каждое облако содержит определенную массу загрязняющих веществ. Адвекция облака происходит по траектории движения его геометрического центра, в то время как горизонтальные и вертикальные размеры облака изменяются благодаря рассеивающей природе турбулентной атмосферы. В модели «частицы» источник моделируется как выброс многих частиц в течение времени действия источника. К адвективному движению каждой частицы на единичном временном шаге добавляется случайный компонент движения, который определяется турбулентностью атмосферы. В гибридной схеме, принятой в используемой версии программы, модель «облака» применяется для расчета горизонтальной, а модель «частицы» для расчета вертикальной дисперсии примесей.

Для модели «облака» рассматриваются два случая: когда размеры облака меньше размера вычислительной сетки и когда облако превышает

размеры сетки. В последнем случае подразумевается, что метеорологическая модель описывает турбулентные движения.

Модель также может быть использована для моделирования пыльных бурь. Для минеральной пыли выпадение частиц из потока определяется скоростью их выпадения, что эквивалентно скорости гравитационного оседания. Скорость выпадения может быть также рассчитана с использованием метода сопротивления и информации о структуре подстилающей поверхности.

Модель переноса твердых частиц, содержащих тяжелые металлы, в региональном и глобальном масштабах основывается на концепции критической скорости срыва частиц с поверхности, которая в свою очередь зависит от шероховатости подстилающей поверхности [1, 2].

Вертикальный поток частиц пыли F рассчитывается по соотношению

$$F = K \cdot \rho \cdot u_* (u_* - u_{*t}) / g, \quad (2)$$

где u_* – динамическая критическая скорость, u_{*t} – динамическая критическая скорость срыва частиц с поверхности, ρ – плотность воздуха, g – ускорение свободного падения, K – с размерностью m^{-1} , коэффициент пропорциональности, определяющий структуру подстилающей поверхности.

Динамическая скорость может варьировать в пространстве и во времени, поскольку зависит от метеорологических параметров и свойств подстилающей поверхности. Однако динамическая критическая скорость срыва частиц с поверхности и коэффициент пропорциональности изменчивы только в пространстве и зависят от характеристик поверхности.

Зная динамическую критическую скорость срыва, можно рассчитать критическую скорость срыва на заданной высоте

$$u_t = \frac{u_{*t}}{k} \ln \left(\frac{z}{z_{ons}} \right), \quad (3)$$

где z_{ons} – параметр шероховатости в отсутствии процесса сальтации, z – высота измерения скорости k – постоянная Кармана, равная 0,4.

Коэффициент лобового сопротивления C_{Dnc} при отсутствии сальтации определяется как $\sqrt{C_{Dnc}} = k / \ln \left(\frac{z}{z_{ons}} \right)$.

В условиях сальтации $\sqrt{C_{Ds}} = \sqrt{C_{Dns}} + 0,003 \left(1 - \frac{u_t}{u} \right)$.

Следовательно, для $u < u_t$ $C_D = C_{Dns}$ и $C_D = C_{Ds}$ для $u > u_t$, т.е. $u_* = \sqrt{C_D} \cdot u$, где u – скорость ветра.

С вычислительной точки зрения область потенциального источника имеет определенные значения u_{*t} , z_{ons} и K .

Расчет критической скорости срыва частиц для поверхности без растительности определяется как отношение динамической критической скорости для ровной поверхности к фактору эффективности

$$u_*(D_p, z_0) = \frac{u_{*ts}(D_p)}{f_{eff}}$$

где f_{eff} – фактор эффективности, определяется соотношением $f_{eff} = \frac{u_{*s}}{u_*}$ и является отношением локальной динамической скорости к общей.

Далее кратко описывается программный комплекс и алгоритм для моделирования переноса тяжелых металлов и стойких органических соединений.

Логически программный комплекс разделен на следующие части:

1. Получение (скачивание) метеорологических данных со специализированных FTP серверов, их конвертация в формат, принятый в HYSPLIT_48, проверка, визуализация и анализ данных.
2. Установка параметров, расчет и визуализация траектории выноса примеси.
3. Специальные расчеты от множественных источников различной локализации, времени действия и природы.
4. Установка параметров, расчет концентрации примеси и визуализация.
5. Специальные расчеты от множественных источников различной локализации, времени действия и природы, включая моделирование пыльных бурь.
6. Выбор утилит для более детальной установки параметров модели, скачивания спутниковых данных (аэрозольный индекс) и их совместная визуализация с расчетными данными.

Рассмотрим процедуру подготовки и моделирования переноса примесей для выбранного региона (Казахстан). Программный комплекс позволяет, как прогнозировать (на основе метеорологических данных прогностических моделей), так и исследовать произошедшие в прошлом выносы примесей на основе ре-анализа метеорологических данных, спутниковой информации и данных наземных наблюдений.

Для просмотра и анализа метеорологических данных, выбора координат домена, установки параметров модели и источников в программном обеспечении используются специальные интерфейсы.

Пре-процессор определяет потенциальные источники пыли в выбранном регионе и модифицирует *CONTROL* файл.

Для расчета переноса твердых частиц, содержащих тяжелые металлы, в разделе «In-Line Special Conversion Modules» необходимо активировать кнопку Dust. В зависимости от решаемой задачи следует выставить и другие параметры.

Программный комплекс позволяет моделировать подъем, перенос, сухое и влажное выпадение как аэрозольных, так и газообразных примесей. Модель включает возможность расчета переноса радиоактивных частиц (цезий-137 и иридий-131). Для аэрозольных частиц задаются диаметр, плотность и форма частиц, скорость выпадения, молекулярный вес. Для радиоактивных частиц задается период полураспада в днях. Учитывается повторный подъем примесей с подстилающей поверхности.

Результаты моделирования по модели HYSPLIT_48

Одним из основных входных параметров при моделировании дальнего переноса и выпадения загрязняющих веществ является метеорологическая информация. Количественные оценки концентраций и выпадений в большой степени определяются качеством метеорологических данных. Моделирование тяжелых металлов требует большого набора метеорологических параметров.

В качестве входных метеорологических параметров использовались данные ре-анализа из архива NCEP/NCAR Reanalysis Data Archive. Качество данных архива обеспечивается за счет использования натуральных наблюдений, натурные и расчетные данные обрабатываются по единой методике ассимиляции для всего ряда. Архив содержит метеорологическую информацию, начиная с 1948 года. Метеорологические данные доступны на сайте <http://ready.arl.noaa.gov/archives.php> в формате, удобном для использования в модели HYSPLIT_48. Архив обновляется в конце каждого года. Имя файла в архиве имеет следующий синтаксис:

$R\{S|P\}\{YEAR\}\{MONTH\}.\{gbl\}$,

где R – данные ре-анализа, S или P указывают на вертикальное распределение данных в σ -координатах или изобарических поверхностях, соответственно YEAR – год, MONTH – месяц, gbl – глобальные данные. Пример RP200703.gbl.

Данные для изобарических уровней получены из Центра диагностики климата NOAA-CIRES (США, Колорадо). Метеорологические па-

раметры даны в узлах глобальной долготно-широтной сетки с пространственным шагом $2,5^\circ$ и имеют 144×73 точки, временной шаг составляет 6 часов. Изобарические поверхности (ГПа) – 1000, 925, 850, 700, 600, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20, 10.

Повторный ветровой подъем тяжелых металлов (ТМ) с почвы сильно зависит от типа подстилающей поверхности. В модели HYSPLIT_48 информация о типах поверхностей находится в файле «Landuse.ASC» и содержит следующие типы: 1 – городская территория; 2 – сельскохозяйственные угодья; 3 – засушливые области; 4 – лиственные леса; 5 – хвойные леса; 6 – смешанные леса; 7 – водная поверхность; 8 – пустыни; 9 – болота; 10 – смешанные области; 11 – каменистые области.

Основными источниками вторичного подъема частиц являются пустыни и засушливые области. Центральная Азия характеризуется песчаными почвами. Для оценки эмиссии тяжелых металлов на частицах пыли для территории Казахстана, Центральной Азии и оставшейся части расчетной области использовалась концентрация свинца 15 мг/кг. По данным Центра экологического мониторинга окружающей среды Республики Казахстан концентрация свинца в почве на территории г. Астаны в весенний период 2007 г. изменялась от 17,1 до 31,4 мг/кг, среднее значение 22,4 мг/кг. Для полноценной оценки модельных расчетов, необходимо развитие системы фоновоего мониторинга в Казахстане.

Входные данные о распределении источников эмиссии свинца, кадмия и ртути по территории Казахстана определялись на основе карт, опубликованных в отчетах Метеорологического синтезирующего центра «Восток» (<http://www.msceast.org/countries/index.html>) [3, 4]. На рис. 1 представлено пространственное моделирование выпадений свинца, рассчитанное по модели HYSPLIT_48.

Промежуточные модельные расчеты концентрации и выпадения свинца в Казахстане указывают на явно выраженный сезонный ход, достигая максимума зимой и минимума летом. Преобладает перенос в северном и западном направлениях. В других направлениях регион Центральной Азии окружен горными хребтами, ограничивающими атмосферный перенос. Результаты моделирования за весь год показывают, что в основном выпадения свинца происходят на территорию Казахстана, России и Узбекистана, а также концентрируются вдоль восточной границы Казахстана.

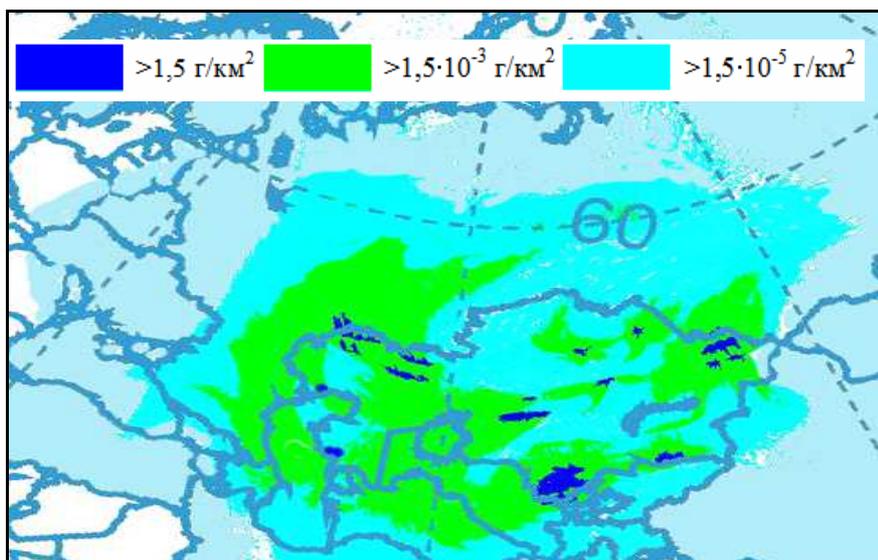
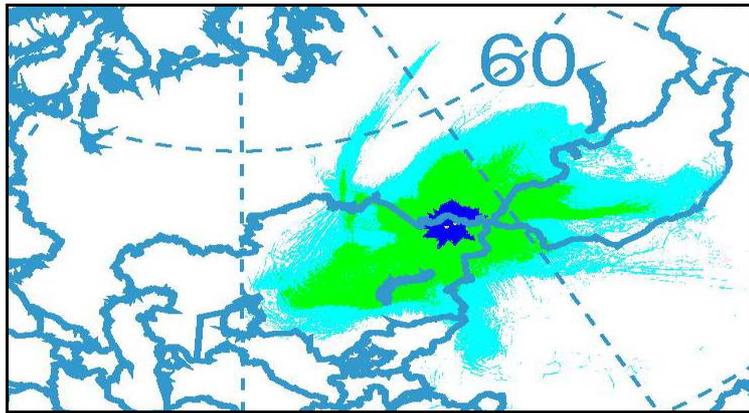


Рис. 1. Пространственное распределение выпадений свинца от антропогенных источников Казахстана в 2007 г., рассчитанное по модели HYSPLIT_48.

На основе собранных данных по предприятиям Казахстана за 2007...2008 гг. также было проведено моделирование трансграничного переноса ТМ (свинец) и СОЗ (Бенз[а]пирен) от выбросов крупного точечного источника, расположенного в Восточно-Казахстанской области (УК МК АО КАЗЦИНК г. Усть-Каменогорск). Результаты моделирования показали сильную зависимость выпадений ТМ и СОЗ от условий атмосферной циркуляции в течение месяца. Распределение выпадений свинца по территории в меньшей степени зависит от величины выбросов, чем от синоптических условий и преобладающего направления переноса воздушных потоков в атмосфере. Распространение выбросов ТМ и СОЗ от рассматриваемого источника происходит на сотни километров.

На рис. 2...4, полученных в результате моделирования выпадений свинца с помощью модели HYSPLIT_48 из источника, расположенного в Восточно-Казахстанской области, видно, что территория распространения загрязнения в основном определяется характером атмосферной циркуляции. Наибольшее распространение области выпадения свинца на территории России и Монголии наблюдается в октябре и апреле, то есть в переходные сезоны года. Наименьший размер территории, охваченной загрязнением, отмечается в июле, так как летом над исследуемой территорией преобладает малоградиентное поле атмосферного давления и скорости ветра небольшие.



Рису. 2. Суммарное выпадение свинца на соседние страны от УК МК АО КАЗЦИНК в апреле 2008 г. (Условные обозначения см. рис. 1).

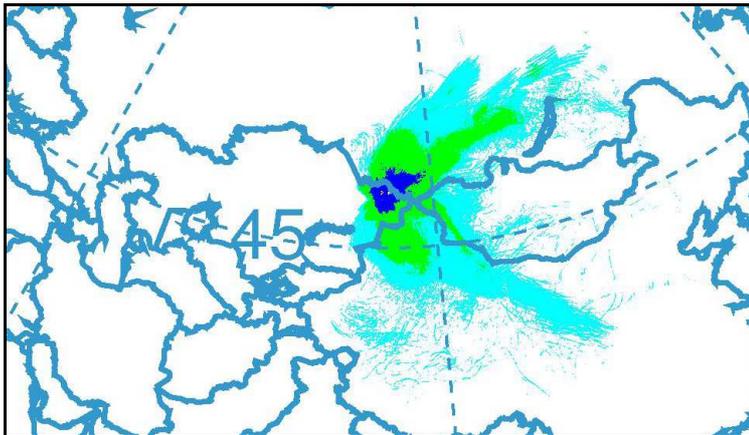


Рис. 3. Суммарное выпадение свинца на соседние страны от УК МК АО КАЗЦИНК в июле 2008 г. (Условные обозначения см. рис. 1).

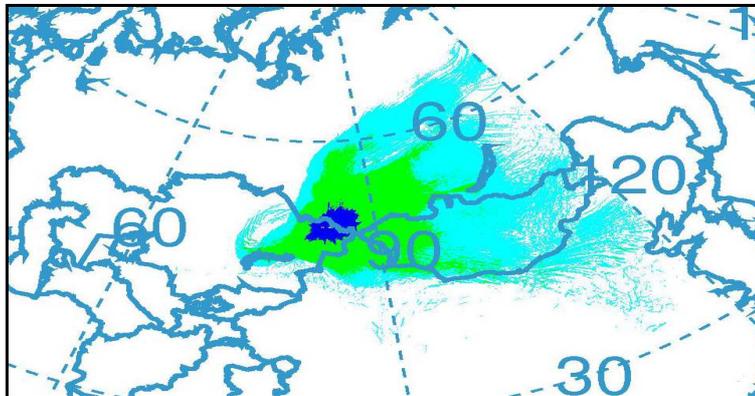


Рис. 4. Суммарное выпадение свинца на соседние страны от УК МК АО КАЗЦИНК в октябре 2008 г. (Условные обозначения см. рис. 1).

Для проведения расчетов с использованием программного комплекса HYSPLIT_48 были определены координаты центра каждого квадрата, источники считались площадными, размером 50×50 км. Судя по опубликованным статистическим данным, суммарные выбросы свинца по Казахстану в 2008 г. фактически составили 1355 т, в 2007 г. – 1338 т.

Зоны самых высоких выпадений свинца от антропогенных источников Казахстана расположены на северо-западе, востоке, юге и центре Казахстана, что обусловлено расположением там крупных национальных источников. Как видно из данных расчетов по модели, перенос в северном, западном и юго-западном направлении проявляется более выражено, чем в юго-восточном. Это связано с тем, что в южной части страны располагаются горные массивы, препятствующие переносу воздушных масс.

Из общей эмиссии свинца в Казахстане в 2007 г., 527 т выпало на территорию самого Казахстана, около 811 т (примерно 60 %) были вовлечены в трансграничный перенос. На территорию России выпало около 430 т, на Кыргызстан – 45 т, 35 т – на Узбекистан. Более 190 т было вынесено за пределы расчетного домена.

Результаты исследования могут быть использованы для принятия решений в области улучшения управления качеством атмосферного воздуха в Казахстане. Они также позволят улучшить систему мониторинга качества воздуха, выявить основные траектории переноса загрязняющих веществ, оценить дальность и массу выноса в зависимости от сезонов года и орографических особенностей территории. Кроме того, модель позволяет решать «обратные задачи» по установлению источников выбросов, например, в случае трансграничных аварий и по данным измерений концентрации загрязняющих веществ определять массу выброса загрязняющих веществ с территории сопредельных государств. Однако, моделирование трансграничных потоков загрязняющих веществ в Казахстане ограничено отсутствием надежных данных и детальных отчетов по выбросам. Улучшение мониторинга и отчетности по выбросам ЗВ, ТМ и СО₂ в Казахстане даст возможность получать более надежные оценки трансграничного переноса загрязнений в атмосфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипкин О.П., Каипов И. В., Сагатдинова Г.Н. Мониторинг пыльных бурь Приаралья с использованием космических данных и моделирования: Тез. докл. / Шестая всероссийская открытая ежегодная конференция ИКИ РАН «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – М: 2008. – С. 54-58.

2. Архипкин О.П., Каипов И.В., Сагатдинова Г.Н. Мониторинг пыльных бурь Приаралья с использованием данных ДЗЗ: Тез. докл. / Казахстанско-украинская конференция «Современные космические технологии». – Алматы: 2008. – С. 43-45.
3. Виноградова А.А., Егоров В.А.. О возможностях дальнего атмосферного переноса загрязнений в Российскую Арктику. // Изв. АН ФАО. – 1996. – Т. 32. № 6. – С. 796-802.
4. Гальперин М.В., Софиев М., Гусев А., Афиногенова О. Подходы к моделированию трансграничного загрязнения атмосферы Европы тяжелыми металлами: отчет ЕМЕП/МСЦ-В. – М. – 1995. – № 7/95. – 85 с.
5. Draxler, R.R. Forecasting dust storms using HYSPLIT/ The Sino-US Workshop on Dust Storms and Their Effects on Human Health, November 25-26, 2002, Raleigh, North Carolina.
6. Meteorological overview and verification of HYSPLIT and AAQFS dust forecasts for the dust storm of 22-24 October 2002 A.G. Wainl et al. Bureau of Meteorology Research Centre, Australia January 2006.

Институт космических исследований, г. Алматы
КазНИИЭК, г. Алматы

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АУА ЛАСТАНУЫНЫҢ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ТАСЫМАЛЫН HYSPLIT_48 ПРОГРАММАЛЫҚ КЕШЕНІ КӨМЕГІМЕН МОДЕЛДЕУ

И.В. Каипов

Геогр. ғылымд. канд. И.Б. Есеркепова

Ауадағы ластаушы заттардың трансшекаралық тасымалын моделдеу үшін HYSPLIT_48 программалық кешенін Қазақстанда қолдану мүмкіншіліктері келтірілген. Ауыр металдар мен берік органикалық ластаушылардың Қазақстан аумағына және көрші мемлекеттерге түсу салмағы бағаланды. Бұл программалық кешен, үлкен қашықтықта ауаның трансшекаралық ластануы туралы БҰҰ Еуропалық экономикалық комиссиясының Конвенциясы шегінде Қазақстандағы ластаушы заттардың трансшекаралық тасымалын бағалаудағы құрал болып табылатындығына қорытынды жасалынған.

УДК 504.03

**ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА**

Р.К. Темирбаева

А.Д. Абитбаева

В статье рассмотрены актуальные проблемы использования сельскохозяйственных земель, которые в Прикаспии обусловлены процессам деградации сельхозугодий в результате перевыпаса скота. Для пространственного представления результатов анализа процессов опустынивания Прикаспия проведена классификация типов деградации сельхозугодий и составлена карта деградации земель под воздействием выпаса скота.

Актуальной проблемой для Казахстана, как и всего мира в целом становится обеспечение продовольственной безопасности. Общемировая тенденция ежегодного прироста населения приближается к 80...90 млн. человек, а потери продуктивной пашни за счет строительства, отводов для несельскохозяйственных целей, деградации равняются – 5...7 млн. га в год [3]. Пропорционально этим проблемам растет дефицит продовольствия.

В Республике Казахстан за период с 1991 по 2008 годы земли сельскохозяйственного назначения сократились с 218,4 до 88,9 млн. га, или в 2,5 раза. В табл. 1 представлены площади сельскохозяйственного назначения и земли, подверженные различным видам деградации [6]. Так, в Казахстане засолению и солонцеванию подвержены 93,0 млн. га земель; различной степени эрозии 30,7 млн. га; техногенному нарушению – 171,1 тыс. га. К последнему относятся: отвалы вскрышных и горных пород, хвостохранилища, золоотвалы, карьеры угольных и горных разработок, нефтяные поля и амбары. За тот же период в исследуемом нами Прикаспийском регионе площади сельскохозяйственных угодий сократились более, чем в два раза – с 22,8 до 10,4 млн. га. При этом в Атырауской области земли сельхозназначения сократились с 8,9 до 1,9 млн. га (или в 4,7 раза), в Мангистауской области с 13,9 до 8,5 млн. га (или на 38,8 %). Площадь эродированных земель достигла 3,1 и 1,5 млн. га соответственно и нарушенные земли в казахстанском Прикаспии достигли показателя 23,4 млн. га, 90 % которых находятся в Мангистауской области.

Таблица 1

Площадь сельскохозяйственных и деградированных земель на 1.11.2008 г.

Область	Площадь земель сельскохозяйственного назначения, тыс. га	Пашни, тыс. га	Пастбища, тыс. га	Всего эродированных с/х угодий, тыс. га	Всего эродированной пашни, тыс. га	Нарушенные земли, га
Республика Казахстан	88 959,0	22 511,7	57 467,8	30 671,7	189,7	171 123,0
Атырауская	1 944,9	1,9	1 693,4	3 083,3	-	2 235
Мангистауская	8 484,8	0,5	7 065,4	1 460,6	-	21 147

Поскольку деградация земель, в большей степени, обусловлена перевыпасом скота, эрозией, засолением, загрязнением почвенного покрова, тогда, на наш взгляд, определение А.К. Абдуллаева дает наиболее полное понимание термина «деградация земель» [1]. Деградация земель – постепенное ухудшение физических, химических и биологических свойств почвы, снижение ее плодородия, потеря биологической продуктивности, экономической ценности сельскохозяйственной угодий, вызванное изменением условий почвообразования в результате естественных причин или нерационального землепользования (ветровая и водная эрозия, затопление, засоление, перевыпас скота, сведение лесов, пожары, вырубка кустарников и т.п.).

В этой связи роль земли как основного источника производства продовольствия выходят на первый план. В настоящее время 88 % продовольствия человек получает с пахотных земель, 10 % – обеспечивают пастбища и сенокосы (продукция животноводства) и только 2 % дает океан [2].

Сельскохозяйственные земли исследуемого нами Прикаспийского региона в силу природно-климатических особенностей в основном используются как пастбищные угодья, и размещены на аридных землях с низким потенциалом урожайности и скудными водными источниками. Эти и другие природные факторы объективно обусловили в прошлом кочевое и полукочевое жизнеобеспечение основной массы коренного населения: чем чаще были перекочевки, тем лучше нагуливал скот, тем лучше сохранялись пастбища, тем больше культура номадов вписывалась в законы окружающей среды. Из приведенных в табл. 2 данных следует, что основное поголовье скота здесь было практически уничтожено в конце 20-х годов прошлого века. За прошедшие десятилетия, несмотря на тенденцию увеличения, еще не смогло оправиться от урона. Согласно имеющимся

данным, пережив новую волну сокращения в 90-ые годы, на настоящий момент поголовье скота не достигло показателя 1928 г.

Таблица 2

Динамика поголовья скота Прикаспийского региона (тыс. голов)

Скот	Год								
	1928	1981	1986	1989	1995	1999	2000	2001	2009
КРС	330,3	117,7	137,1	141,2	119,0	101,7	106,9	113,1	182,7
Овцы и козы	1374,7	1732,4	1854,4	1946,4	1406,1	663,4	685,9	736,8	1081
Верблюды		58,1	59,7	62,7	55,6	45,6	47,2	50,3	72,3
Лошади	139,2	74,4	92,0	103,2	115,2	57,0	55,8	56	83

Так, в девяностые годы в связи с упразднением совхозов поголовье овец и коз начало резко сокращаться и основная отрасль животноводства – овцеводство с 1991 по 1997 гг. потеряли 54 % в двух областях Прикаспия всего поголовья овец и коз со всем приплодом. И только сначала 2000-х годов поголовье мелкого рогатого скота начало медленно расти, и к 2009 г. составило 1081 тыс. голов. В этот же период произошло сокращение поголовья (на 29,7 %) и уменьшение продуктивности КРС. К 2009-у году поголовье крупного рогатого скота достигло 182,7 тыс. голов, превысив показатель 1991 года на 21,7 %. Необходимо отметить, что 95 % КРС разводится в Атырауской области [5]. Коневодство основывалось на выращивании адаевской породы лошадей. Начиная с 1995 года начало сокращаться поголовье лошадей, особенно в государственном секторе и только за один год уменьшилось на 36 % (со 130,6 до 83,5 тыс. голов), что было равнозначно жуту (джуту). К 2009 г. поголовье лошадей не увеличилось, даже несколько уменьшилось, составив 83 тыс. голов. Прикаспий является основным регионом разведения верблюдов в Казахстане. В девяностые годы поголовье верблюдов также было не стабильно, однако в настоящее время оно увеличилось до 72,3 тыс. голов

Экономический кризис 90-х годов прошлого столетия в сельском хозяйстве в результате перехода к новым экономическим отношениям привел к изменениям и в структуре хозяйств аграрного сектора. Доминирующей организационно-правовой формой хозяйствующих субъектов являются крестьянские хозяйства. Основными сельхозтоваропроизводителями продукции животноводства являются крестьянские хозяйства, где поголовье крупного рогатого скота, овец, коз, свиней, лошадей и верблюдов в среднем составляет от 73 до 85 %. Однако, экономический уровень мелких товаропроизводителей ограничивает возможность рационального использования пастбищ. 75 % владельцев скота выпасают свой скот пеш-

ком, не удаляясь более 5...7 км от аула, до 19 % – выпасают свой скот на лошадях за 5...7 км и только до 6 % сельчан отгоняют скот за 30 км и более и меняют пастбища, хотя бы 2 раза в год.

Сегодня, все поголовье Прикаспия сосредоточено вокруг открытых водных источников, как правило, приближенных к населенным пунктам. Естественные водные источники могут обеспечить только 20 % всей пастбищной территории. Поскольку инженерные водоподъемные сооружения (шахтные и трубчатые колодцы, водоводы и водопроводы) на пастбищах не работают, а подвоз воды не оправдывает себя из-за дороговизны – сельскохозяйственные животные используют родники, ручьи, реки, озера в качестве водопоев. Таким образом, сегодня используется только 1/5 часть всех пастбищ Казахстана. Высокая нагрузка приводит к обострению отношений между животными и пастбищными экосистемами. Перевыпас приводит к нехватке пастбищных кормов, к сбою пастбищ, деградации земель, нарушению баланса окружающей среды вокруг мест проживания людей, и, все это вместе, к бедности сельского населения.

Перевыпас наблюдается в том случае, если животные потребляют больше растительной биомассы, чем ее годовой прирост. Это приводит к изменению видового состава растительности, возрастного состава популяций, структуры и числа ассоциаций, величины продуктивности фитомассы, состояния почвенного покрова, форм рельефа, уровня грунтовых вод. Перевыпас влияет не только на растительность, но и на ветроэрозионное состояние пастбищ. Происходит также уплотнение почвы скотом и выбивание пастбищной растительности, уменьшается проективное покрытие (табл. 3). Это уменьшает просачивание атмосферных осадков в грунт, увеличивается поверхностный сток, уменьшается влажность и увеличивается альбеда почвы. В результате активизируется водная эрозия, а пастбищная растительность испытывает недостаток влаги. Все это приводит к ксерофитизации растительности, уменьшению кормовой емкости пастбищ и развитию почвенной эрозии.

Для пространственного представления описанных выше процессов была составлена карта деградации земель под воздействием выпаса скота на основе расчета показателей поголовья скота на единицу площади сельскохозяйственных угодий. В основу карты легли показатели поголовья скота, переведенные в условные овцы. Так, крупный рогатый скот рассчитывался 1 к 5 условным овцам, лошадь – 1 к 6, верблюды – 1 к 7. Также на карте оконтурены деградированные земли вокруг колодцев и в пределах буферных зон у населенных пунктов (см. рис.) [5].

Таблица 3

Классификация типов деградации земель
сельскохозяйственного назначения

Тип землепользования	Тип деградации	Форма проявления
Пашни		
Богарные	Ветровая эрозия	Дефляция, дегумификация, деградация растительного покрова
	Водная эрозия	Плоскостной смыв, засоление, заболачивание
Орошаемые	Водная эрозия	Плоскостной смыв, засоление, заболачивание
Пастбища		
Улучшенные	Перевыпас	Уплотнение почвы, снижение продуктивности, уменьшение проективного покрытия
	Водная эрозия	Плоскостной смыв, засоление, заболачивание
	Ветровая эрозия	Дефляция, дегумификация, деградация растительного покрова
Обводненные	Перевыпас	Уплотнение почвы, снижение продуктивности, уменьшение проективного покрытия
	Водная эрозия	Плоскостной смыв, засоление, заболачивание
Лиманного орошения	Водная эрозия	Плоскостной смыв, засоление, заболачивание
	Ветровая эрозия	Дефляция, дегумификация, деградация растительного покрова

Для предотвращения деградации и восстановления пастбищ необходимо предпринимать следующие мероприятия:

1. Совершенствование системы рационального выпаса, которое предусматривает более прогрессивные технологии на основе пастбищеоборотов, определение кормоемкости, оптимальных нагрузок выпаса и соблюдения коэффициента полноты использования пастбищ.

2. Создание сеяных пастбищ – рекомендуется проводить по технологическому паспорту. Он должен содержать вопросы выбора участков, подбора культур-улучшителей, агротехники возделывания, систему ухода и эксплуатацию сеяных пастбищ.

3. Лесо-пастбищная мелиорация деградированных земель и создание агроландшафтов, которая базируется на комплексном улучшении овражно-балочных угодий. Составной частью создания агроландшафтов является: выбор участка, проектирование, создание сеяных сенокосов и пастбищ на межбалочных пространствах с лесопосадками внутри оврагов.

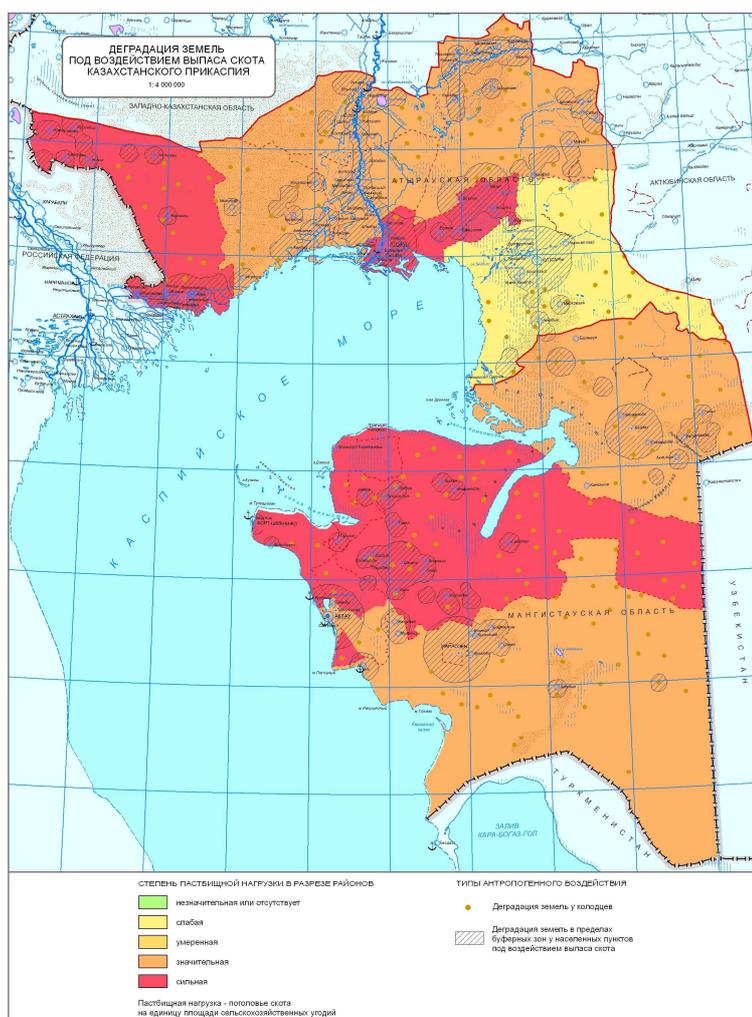


Рис. Карта деградации земель в Прикаспии под воздействием выпаса скота.

Известно, что умеренный выпас скота повышает продуктивность пастбищ. Эрозионные же процессы развиваются с одинаковой интенсивностью на пастбищах, пострадавших от перевыпаса или не используемых для скота. Контролируемый выпас скота способствует улучшению пастбищ и предотвращает эрозию почв.

Земельный вопрос, а именно сохранение и повышение продуктивности пастбищ, должно стать одним из основных приоритетов государственной политики:

1. Земля должна рассматриваться как ничем не заменимый природный ресурс, как главное средство производства. Независимо от наличия или отсут-

ствия в ее недрах природных ресурсов не абсолютизировать товарные свойства земли, но при этом непременно учитывать эти свойства.

2. Должны рационально сочетаться государственные и рыночные механизмы регулирования земельных отношений.

3. В основе землепользования должны лежать объективные экономические законы, при этом включающие строгий государственный контроль за сохранением и увеличением сельскохозяйственной продуктивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев А.К. Проблемы деградации земель как результат их нерационального сельскохозяйственного использования и пути улучшения ситуации / <http://www.caresd.net/land>.
2. Бакинова Т.И. Эколого-экономические проблемы аграрного землепользования в аридной зоне (На примере Республики Калмыкия): Автореф. дис. ... доктор эконом. наук. – Ростов н/Д, 2000. – 74 с.
3. Земельный вопрос в России // Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование. – 2002. – № 4.
4. Регионы Казахстана в 2008 году. Статистический сборник / Под ред. А.А. Смаилова. – Астана. – 2009. – 428 с.
5. Республика Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология / Под ред. Н.А. Искакова, А.Р. Медеу. – Алматы, 2006. – 518 с.
6. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2008 год. – Астана, 2009. – 178 с.

Институт географии, г. Алматы

КАСПИЙ МАҢЫ АЙМЫҒЫНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІГІНІҢ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚТА ПАЙДАЛАНАТЫН ЖЕРЛЕРІНІҢ ДЕГРАДАЦИЯСЫ

Р.К. Темирбаева
А.Д. Абитбаева

Мақалада Каспий маңында ауылшаруашылық пайдаланатын жердің жайылымға шектен тыс пайдалану нәтижесінде деградацияға ұшыраған ауылшаруашылық жерлерді пайдаланудың қазіргі өзекті мәселелері қарастырылған Каспий маңының шөлейттену процесстерін талдау нәтижелерін кеңістік ұсыну үшін ауылшаруашылық пайдаланатын жердің деградация типтерінің жіктелуі жасалды және мал жайылу әсерінен жерлердің деградация картасы құрастырылды.

УДК 551.54 (282.255.51)

**МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
РЕЛЬЕФА ГЕОПАРЫ «ГОРЫ – РАВНИНА» НА ПРИМЕРЕ ИЛИ-
БАЛХАШСКОГО РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

Канд. геогр. наук С.Б. Куаньшпаев

Рассматривается методика исследования и картографирования рельефа Или-Балхашского региона. Дешифровочные признаки различных типов и форм рельефа геопары «горы – равнина» с использованием космоснимков.

Методика изучения. При составлении геоморфологической карты были использованы материалы космических съемок 1974...1980 гг. и 1984...1986 гг., полученные многозональной камерой МКФ-6 с околоземной станции «Салют», и снимки с искусственного спутника Земли (ИСЗ) «Landsat-I» масштабов 1:1000000, 1:500000, 1:200000. Для подготовки авторских макетов карт производилось дешифрирование черно-белых и спектральных космоснимков (КС) масштаба 1:200000, также использовались фотоизображения последующих годов [1]. Такие снимки имелись на всю территорию Или-Балхашского региона, за исключением небольших участков в ее центральной части. Синтезированные снимки масштаба 1:150000 имелись лишь на 1 и 6 листы карты. На космоснимках масштаба 1:200000 по фототону и рисунку фотоизображения выделялись контуры различных типов рельефа – основной единицы, изображаемой на карте, а также были отдешифрированы поверхности выравнивания, шлейфы конуса выноса, линеаменты, кольцевые структуры, крупные долины и их формы (ущелья, каньоны, трог), антецедентные участки долин, речные и озерные террасы, дельты рек, уступы (тектонические, эрозионные, абразионные), эрозионно-денудационные склоны долин, денудационные останцы; уточнена морфология песчаных массивов, намечены границы распространения комплексов форм: эрозионных, гравитационных, ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции; оконтурены площади развития неогеновых отложений, сохранившихся на поверхности цокольных денудационных равнин и в горных районах. При дешифрировании использовались прямые и косвенные признаки. Для более детального рассмотрения от-

дельных дешифрируемых объектов, с целью уточнения степени и глубины их расчленения, относительной мощности перекрывающих палеозойские породы рыхлых отложений, установления смещений рек и ручьев молодыми разломами, определения местоположения очагов развития оползней, осыпей, обвалов. При дешифрировании КС масштаба 1:200000 использовались государственные геологические карты и геоморфологические схемы в объяснительных записках к ним, а также топографические карты масштабов 1:200000 и 1:100000 [2]. Для сбивки границ отдельных космоснимков масштаба 1:200000 применялись фотоотпечатки с негативов черно-белых КС масштаба 1:1000000, увеличенные до 1:500000. Предварительная схема дешифрирования была составлена на отпечатках масштаба 1:500000, причем, для более точной привязки контуров использовалась топооснова масштаба 1:500000 на прозрачной пленке, которая накладывалась поверх космоснимков. Составленный после проверки результатов дешифрирования авторский оригинал геоморфологической карты был вычерчен на космофотооснове масштаба 1:500000, перенесен на топокарты поперечно-цилиндрической равноугольной проекции этого же масштаба и на восковку. После нанесения штриховой нагрузки в соответствии с легендой и размножения офсетным путем был получен черно-белый вариант карты, а также сделан ее красочный макет на бумаге.

Космоснимки являются существенным дополнением к традиционным методам изучения рельефа, но не исключают их. Поэтому работы по составлению авторского оригинала карты были организованы следующим образом:

1. Первый этап разработки авторского макета карты включал, прежде всего, сбор и систематизацию опубликованных и фондовых материалов по территории Или-Балхашского региона. При составлении данной карты за основу были приняты материалы Геоморфологической карты Балхашского сегмента, масштаба 1:500000, Геоморфологической карты Казахской ССР масштаба 1:1000000, составленных коллективом авторов в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева АН КазССР под редакцией член-корреспондента АН КазССР Г.Ц. Медоева соответственно в 1981 и 1985 гг., и материалы Геоморфологической карты СССР масштаба 1:2500000 под общей редакцией академика АН СССР И.П. Герасимова, 1981 г. Важнейшими сводками по геоморфологии, геологии, космогеологии, палеогеоморфологии, четвертичным отложениям и неотектонике, также использованными в работе над данной картой, являются следующие: Геоморфологическая карта горных областей Юго-Восточного Казах-

стана масштаба 1:1000000 под редакцией академика А.А. Григорьева, 1945 г., Карта четвертичных отложений Казахской ССР и прилегающих территорий союзных республик масштаба 1:1500000, главный редактор Н.Н. Костенко, 1975 г.; Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных областей, масштаба 1:5000000, главный редактор Н.И. Николаев, 1979 г.; Геологическая карта Казахстана и Средней Азии масштаба 1:1500000, главные редакторы Н.А. Афоничев и Н.Г. Власов, 1981 г.; Геологическая карта КазССР масштаба 1:500000 Серия Южноказахстанская, под редакцией С.Е. Чакабаева, 1977 г.; Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур Казахстана масштаба 1:1500000, 1982 г.; Палеогеоморфологический атлас СССР, 1982 г. и объяснительные записки ко всем этим картам и к атласу. Кроме того, проанализированы и учтены в необходимой мере и фондовые материалы по геоморфологии, а также по геологии, гидрогеологии, инженерной геологии, четвертичным отложениям, неотектонике, сейсмическим исследованиям различных авторов, являющихся сотрудниками, как научных институтов, так и производственных организаций (В.П. Бочкарев, В.С. Бреусов, В.В. Беселов, Н.М. Владимиров, Т.Н. Джуркашев, Л.К. Диденко-Кислицина, Н.И. Користошевская, И.Н. Костенко, А.Б. Ли, В.Д. Малахов, А. Медеу, С.А. Новицкий, Л.И. Платонова, В.М. Пилифосов, Г.М. Потапова, А.А. Словарь, А.С. Сарсеков, А.В. Тимуш, М.С. Тэн, Н.А. Тютькова, Н.М. Чабдаров, В.Ф. Шлыгина). Работы по вышеуказанным направлениям проводились в 1960...1986 гг. в масштабах 1:200000, 1:300000, 1:500000, 1:1000000, реже в более крупном масштабе.

Ценный материал, проливающий свет на геологическое строение района и историю его геологического развития, устройство поверхности и условия формирования рельефа, содержится также в ряде статей и монографий.

Крупной сводкой статей, в которой рассмотрены методические вопросы дешифрирования космоснимков, является книга «Космическая информация в геологии» [2]. Разносторонние сведения по дешифрированию космической информации содержатся в работах Е.В. Востоковой, С.А. Сладкопевцева.

За камеральный период были собраны данные буровых скважин по отдельным листам геоморфологической карты, использовавшиеся в дальнейшем для уточнения литологии, генезиса, мощности, а иногда и возраста четвертичных и подстилающих их отложений – субстрата, на котором развиваются аккумулятивные равнины.

Следующий этап работы по разработке авторского макета карты включал анализ собранного фактического материала на основе увязки его с результатами дешифрирования КС. Контуры, отдешифрированные по космоснимкам неуверенно, еще раз дешифрировались с помощью стереоскопа по аэрофотоснимкам масштаба 1:25000.

В этот период была составлена предварительная легенда к карте и проведено обсуждение ее как среди исполнителей данной карты, так и исполнителей других рабочих групп.

Легенда в дальнейшем дополнялась и совершенствовалась. Используя имевшиеся на отдельные участки Или-Балхашского региона геоморфологические карты масштаба 1:500000, геологическую карту этого же масштаба, а также предварительную схему дешифрирования космоснимков, авторы составили предварительный макет геоморфологической карты на топооснове масштаба 1:500000.

Поскольку геоморфологическая карта Балхашского сегмента масштаба 1:500000 ранее составлялась Г.М. Потаповой и др. по материалам полевых работ, с использованием аэрофотоснимков, и содержание большей части контуров типов равнинного, горного и предгорного рельефа, было хорошо известно, то отпала необходимость уточнения полученных при работе с космоснимками дешифровочных признаков в полевых условиях. Границы же отдельных, выделенных ранее в поле контуров, наоборот, уточнялись по космоснимкам масштаба 1:200000. Поэтому данная геоморфологическая карта с использованием космофотоснимков составлялась с небольшим объемом полевых работ и аэровизуальных наблюдений.

Геолого-геоморфологические маршруты проводились А. Медеу по намеченным для доизучения на месте участкам в июне – сентябре 1987 г. и в мае – сентябре 1988 г. в центральной части Илейского Алатау, по северо-западному склону Жетысуского Алатау, в Копальской впадине и долине р. Текели. Аэровизуальные наблюдения на вертолете МИ-8 в апреле и августе 1988 года позволили осуществить проверку геоморфологической карты в целом и по участкам, где отсутствовали космоснимки масштаба 1:200000 или качество космофотопланов масштаба 1:500000 оставляло желать лучшего (район к югу от Капчагайского водохранилища). После доработки легенды был составлен окончательный авторский оригинал геоморфологической карты, затем производилось редактирование, вычерчивание, размножение и раскрашивание карты.

Разработка легенды, картографируемые объекты. При разработке легенды и составлении геоморфологической карты учитывалось, что она входит в серию подготавливаемых по Или-Балхашскому региону одномасштабных карт, в том числе геологической и неотектонической. Поэтому, для того чтобы показать тесную связь рельефа с геологическим строением района и новейшими тектоническими структурами, были использованы элементы легенд двух современных карт: Геоморфологической карты СССР масштаба 1:2500000 (1981 г.) и легенды, разработанной в ИГН им. К.И. Сатпаева АН КазССР. В основу первой легенды положена генетическая классификация рельефа Земли И.П. Герасимова (1976 г.) на морфоструктуру и морфоскульптуру. Вторая легенда содержит элементы как морфогенетических, так и историко-генетических карт. Выделение морфоструктур произведено согласно определению И.П. Герасимова: морфоструктуры – преимущественно крупные формы земной поверхности, в образовании которых главная роль принадлежит эндогенным процессам и, в морфологии которых четко отражаются геологические структуры. Или-Балхашский регион располагается в пределах трех крупных подразделений морфоструктуры суши второго ранга: платформенных равнин, зоны сочленения платформенных равнин и орогенов. Расположение их показано на схеме-врезке 2-го листа карты. Подразделения имеют собирательный характер. К категории платформенных равнин в Или-Балхашском регионе, кроме собственно денудационных равнин, относятся участки плато и холмистого рельефа; к зоне сочленения платформенных равнин и орогенов, помимо преобладающих здесь аккумулятивных равнин, холмы и денудационные равнины; орогены же, кроме горных сооружений, включают межгорные и внутригорные депрессии с их равнинным и адырным рельефом.

Указанные морфоструктуры, в свою очередь, с учетом наиболее типичных орографических объектов, характера геологического субстрата и преобладающих типов новейших деформаций, делятся на морфоструктуры третьего ранга, обозначенные римскими цифрами.

Так, в пределах морфоструктуры платформенных равнин выделены:

I – Равнины, мелкосопочные массивы выступов складчатого основания платформ с преобладанием новейших сводовых и блоковых поднятий.

I.1 – Равнины на рыхлых четвертичных отложениях, созданные преимущественно новейшими опусканиями.

Морфоструктуры зоны сочленения платформенных равнин и орогенов подразделяются на:

II.1 – Пластово-денудационные, цокольные равнины и мелкосопочные массивы, созданные поднятиями.

II.2 – Аккумулятивные равнины на рыхлых четвертичных отложениях, созданные преимущественно новейшими опусканиями.

Морфоструктура орогенов включает:

III. Горные сооружения, возрожденные и перестроенные новейшими сводово-блоковыми поднятиями, сформировавшиеся преимущественно на консолидированных породах допалеозойских и палеозойских складчатых комплексов. Сводово-глыбовые хребты и массивы.

Орогены включают также: Межгорные и крупные внутригорные депрессии с их равнинным и адырным рельефом.

Каждая морфоструктура третьего ранга подразделяется на типы морфоструктур, включающих комплексную морфогенетическую характеристику и определение возраста. Для характеристики таких более мелких морфоструктур, мы воспользовались легендой ИГН МОН РК, внося в нее изменения и дополнения.

На исследованной территории выделены 3 морфологических класса рельефа: горы, холмы, равнины. По генетическому признаку они подразделяются на следующие группы: денудационно-тектоническую, денудационную, аккумулятивную, тектонически-эрозионную, аккумулятивно-эрозионную и эрозионную. Наиболее распространен рельеф первых трех групп. Основной единицей, изображаемой на карте, является тип рельефа (совокупность неровностей земной поверхности, характеризующая общностью морфографии, морфометрии и морфогении) и поверхности различного генезиса. По глубине расчленения (относительные превышения) типы рельефа подразделяются на подтипы. Уделено внимание гипсометрии рельефа: при показе абсолютных высот были взяты самая низкая и наиболее высокая отметки, в пределах которых развиты данные типы рельефа. В легенде приведены общие сведения о литологии пород и геологическом строении основы. Возраст рельефа дан буквенными геологическими индексами.

Различия в геологическом строении, особенностях проявления неотектонических движений, а также физико-географических условий формирования типов и подтипов рельефа в пределах молодой платформы, орогена и переходной зоны обусловили различные «местные» черты, которыми обладают присущие им типы рельефа. Поэтому показ рельефа на каждой из этих территорий дан отдельно.

Используемые для этой цели условные обозначения имеют как сходство, так и различие: показанные одной штриховкой на всей карте, они отлича-

ются толщиной штриховки или дополнительным знаком, не нарушающим основной штриховки, а на цветном варианте карты отличаются по цвету.

Легенда составлена в форме таблицы, типы и подтипы рельефа обозначены арабскими цифрами в порядке расположения в легенде, что дает возможность быстро найти их на карте, получить краткую характеристику рельефа и определить его взаимосвязи с новейшей тектоникой и субстратом. Морфография и генезис рельефа отражены вариантами штриховки (наклон, расстояние между линиями, густота знаков и т.д.), а в цветном варианте – оттенками краски. Для эолового рельефа использован метод просвечивания: утолщенными штриховыми горизонтальными линиями показаны генетические типы аккумулятивных равнин, на поверхности которых крапом дана морфология эоловых песков. Порядковый номер типа равнин в этом случае обозначен цифрой в кружке, а буквенный индекс возраста – крупный. Геологическим индексом меньшего размера дан возраст эолового рельефа. На карте показаны локальные морфоструктуры и морфоскульптуры, положение и контуры многих из них уточнены по космоснимкам, некоторые обнаружены впервые. На геоморфологической карте морфоструктуры не подразделяются по интенсивности новейших движений, т.к. это отражено на карте новейшей тектоники Семиречья масштаба 1:500000.

Таким образом, изучение и картографирование рельефа системы «геопары горы – равнина» в методическом плане основывается на возможности установления дешифровочных признаков различных типов и форм рельефа. Это послужило основой для идентификации рельефа этой территории в соответствии с их таксономическим рангом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жандаев М.Ж. Геоморфология Заилийского Алатау и проблемы формирования речных долин. – Алма-Ата: Наука, 1972. – 162 с.
2. Космическая информация в геологии. – М.: Наука, 1983. – 536 с.

Кустанайский государственный педагогический институт, г. Кустанай

ҒАРЫШТЫҚ СУРЕТТЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ІЛЕ-БАЛҚАШ АУМАҒЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ «ТАУ-ЖАЗЫҚ» ГЕОЖҰБЫНЫҢ ЖЕР БЕДЕРІН ЗЕРТТЕУ МЕН КАРТАҒА ТҮСІРУДІҢ ӘДІСТЕМЕСІ

Геогр. ғылымд. канд. С.Б. Қуанышпаев

Мақалада Іле-Балқаш аймағының жер бедерін зерттеу мен картаға түсірудің әдістемесі қарастырылды. Ғарыштық суреттерді қолдана отырып «Тау-жазық» геожұбының жер бедерінің тұрпаттары мен пішіндерінің дешифрлеу белгілері анықталды.

УДК 556.33.04

**ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИНТЕРПРЕТАЦИИ
РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТНЫХ КУСТОВЫХ ОТКАЧЕК ИЗ
ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА ПРИ НАЛИЧИИ ПЕРЕТЕКАНИЯ**

Канд. геолог.-мин. наук М.М. Бураков

Рассматривается новый метод интерпретации результатов опытных кустовых откачек из слоистой системы, когда в опробуемом горизонте пьезометрический уровень на протяжении возмущения еще не стабилизировался, а в смежном горизонте не наблюдается реакция на откачку.

Известно достаточно много попыток учета перетекания подземных вод (ПВ) из смежных водоносных горизонтов слоистых толщ при оценках эксплуатационных запасов месторождений ПВ артезианских бассейнов различного порядка. Достоверность таких оценок целиком определяется двумя основными факторами – соответствием расчетной схемы природным условиям и достоверностью устанавливаемых фильтрационных и емкостных параметров основного и смежного водоносных горизонтов и параметров перетекания. Опытное полевое определение последних до сих пор остается еще сравнительно редким событием в первую очередь ввиду значительной дороговизны таких опытов.

При возмущении одного из водоносных горизонтов многослойной системы реагирует вся эта система. Реакция в смежном водоносном горизонте (таких горизонтов в общем случае может быть несколько) может проявляться двояко: 1) реакция не регистрируется¹; 2) в смежном горизонте фиксируется снижение уровня в процессе опытной откачки.

Обзоры и анализ публикаций, в которых рассматриваются решения задач о фильтрации ПВ в слоистых системах, применяемые для обоснования тех или иных методов интерпретации результатов опытных откачек и выпусков, можно найти, например, в [4, 7]. Соответственно в дальнейшем изложении будем обращаться преимущественно к этим работам.

¹ Первая из расчетных схем подразделяется еще на две: а) без стабилизации пьезометрического уровня в опробуемом горизонте на протяжении откачки и б) со стабилизацией пьезометрического уровня.

В большинстве работ, в которых рассматриваются задачи фильтрации в слоистых системах, режим фильтрации в разделяющих слабо проницаемых слоях принимается жестким. Вместе с тем, было обращено внимание на существенное проявление упругого режима фильтрации в разделяющих слоях. Специальные исследования показали, что реально на практике неучет упругой емкости слабо проницаемого разделяющего слоя приводит к завышению определяемой по результатам опытно-фильтрационного опробования (ОФО) слоистой толщи пьезопроводности χ^2 и упругой емкости μ^* опробуемого водоносного горизонта [7]. С другой стороны, при проведении опытных кустовых откачек, когда наблюдательные скважины оборудуются, как правило, только на опробуемый горизонт, не существуют критерии, которые позволили бы судить о режиме фильтрации в разделяющем слое.

Необходимо указать на еще один фактор неопределенности в интерпретации данных ОФО слоистых толщ. Как правило, расчетные формулы в имеющихся аналитических методах интерпретации построены для обработки опытных данных по каждой наблюдательной скважине индивидуально. Следствием этого обычно является значительный разброс вычисленных значений параметров перетекания по наблюдательным скважинам при ОФО слоистой толщи опытными кустами, включающими две и более наблюдательных скважин.

Очевидна, поэтому, еще и сейчас необходимость разработки методов интерпретации результатов ОФО, максимально использующих возможности графоаналитического метода обработки опытных данных при использовании информации *по всем* наблюдательным скважинам. Рассмотрим такой метод для интерпретации результатов ОФО по схеме 1, т.е. при отсутствии реакции в смежном водоносном горизонте соответственно без стабилизации пьезометрического уровня в опробуемом горизонте.

Для этой схемы решение задачи о притоке ПВ к совершенной по степени вскрытия скважине из опробуемого водоносного горизонта слоистой толщи получено Хантушем и Джейкобом [12] в виде

$$S = \frac{\bar{Q}}{4\pi T} W\left(u, \frac{r}{B}\right), \quad u = \frac{r^2}{4\chi t}, \quad \chi = \frac{T}{\mu^*}, \quad (1)$$

² В настоящей работе используется терминология, предложенная В.М. Шестаковым [9].

где S – понижение пьезометрического уровня в слое, из которого производится откачка (или выпуск), на расстоянии r от оси возмущающей скважины в момент времени t от начала возмущения; \bar{Q} – средний дебит откачки; $W\left(u, \frac{r}{B}\right) = \int_u^\infty \frac{1}{y} \exp\left(-y - \frac{r^2}{4B^2 y}\right) dy$ – несобственный интеграл, табулированный в [10], – функция скважины в водоносных горизонтах с перетеканием (функция Хантуша); $T = Km$ – водопроводимость, а K и m – коэффициент фильтрации и мощность опробуемого водоносного горизонта; B – фактор перетекания. Фактор перетекания, в свою очередь, определяется уравнением (в случае, если смежный водоносный горизонт единственный) [4, 7]

$$B = \sqrt{\frac{m_0 T}{k_z}}.$$

Здесь k_z – вертикальная составляющая коэффициента фильтрации слабо проницаемых отложений; m_0 – мощность разделяющего слабо проницаемого слоя.

Решение справедливо для продолжительных возмущений, когда расчетные значения времени отвечают условию [4, 7]

$$t > \frac{5m_0 \mu_0^*}{k_z}.$$

Кроме того, решение (1) применимо только для водоносных горизонтов, имеющих относительно небольшую мощность [11], так что должно выполняться условие

$$\frac{m}{B} \leq 0,1.$$

Поскольку, как отмечается в обзоре Т.А. Плугиной [7], указанное допущение обычно выполняется, решение (1) применимо для интерпретации результатов ОФО в большинстве практических случаев.

В работе Штернберга [13] решение задачи представлено в виде

$$S = \frac{\bar{Q}}{2\pi T} K_0(z) = \frac{\bar{Q}}{2\pi T} K_0\left(r \sqrt{\frac{1}{2\chi t} + \frac{1}{B^2}}\right). \quad (2)$$

Здесь $K_0(z)$ – модифицированная функция Бесселя второго рода нулевого порядка. Остальные обозначения прежние.

Выражение (2) является альтернативным представлением решения (1) [8].

При $z \leq 0,3$ уравнение (2) упрощается:

$$S = \frac{0,366 \bar{Q}}{T} \lg\left(1,12 \frac{1}{z}\right) = \frac{0,366 \bar{Q}}{T} \lg\left(1,12 \frac{B}{r} \sqrt{\frac{2\chi t}{B^2 + 2\chi t}}\right). \quad (3)$$

Здесь все обозначения прежние.

В формуле (3) три неизвестные, которые необходимо определить – водопроницаемость T и пьезопроводность χ опробуемого водоносного горизонта и фактор перетекания B . Одновременный расчет этих трех параметров возможен при совмещении двух методов – метода подбора и графоаналитического с использованием измеренных значений понижения уровня во всех наблюдательных скважинах, вскрывших опробуемый водоносный горизонт и попавших в область возмущения при опытной откачке.

Предлагаемый метод основан на построении серии графиков в координатах $S - \lg\left(1,12 \frac{1}{z}\right)$, соответствующих уравнению (3). С использованием нескольких произвольно заданных значений B и χ строится указанная серия графиков. Выражение (3) представляет собой линейное уравнение, соответственно при расчетных значениях B и χ график $S - \lg\left(1,12 \frac{1}{z}\right)$ представляет собой прямую линию $S = C \lg\left(1,12 \frac{1}{z}\right)$, проходящую через начало координат с угловым коэффициентом $C = \frac{0,366 \bar{Q}}{T}$, откуда водопроницаемость опробуемого водоносного горизонта T рассчитывается по формуле

$$T = \frac{0,366 \bar{Q}}{C}.$$

Проиллюстрируем предложенный метод конкретным примером.

На рис. 1 показаны индикаторные кривые временного и комбинированного прослеживания снижения уровня в наблюдательных скважинах опытного куста 2001с при ОФО напорного верхнемелового (мынкудукского, $K_2 t_1 (mk)$) водоносного горизонта в пределах Сузакского артезианского бассейна [5]; данные взяты из работы [4]. На представленных на рис. 1 графиках прослеживания по наблюдательным скважинам 2002g и 2003g (как и возмущающая скважина 2001с, имеющих глубину 510...520 м) достаточно четко фиксируются перегибы, соответствующие началу интенсивного перетока ПВ из смежных частей мынкудукского верхнемеловых инкудукского и жалпакского водоносных горизонтов через слабо проницаемые прослои. Соответственно

фильтрационные и емкостные параметры мынкудукского водоносного горизонта в [4] рассчитывались только по первым асимптотическим участкам графиков прослеживания в наблюдательных скважинах, отвечающим схеме фильтрации в изолированном напорном пласте, не ограниченном в плане [1, 6], а параметры перетекания – по вторым асимптотическим участкам.

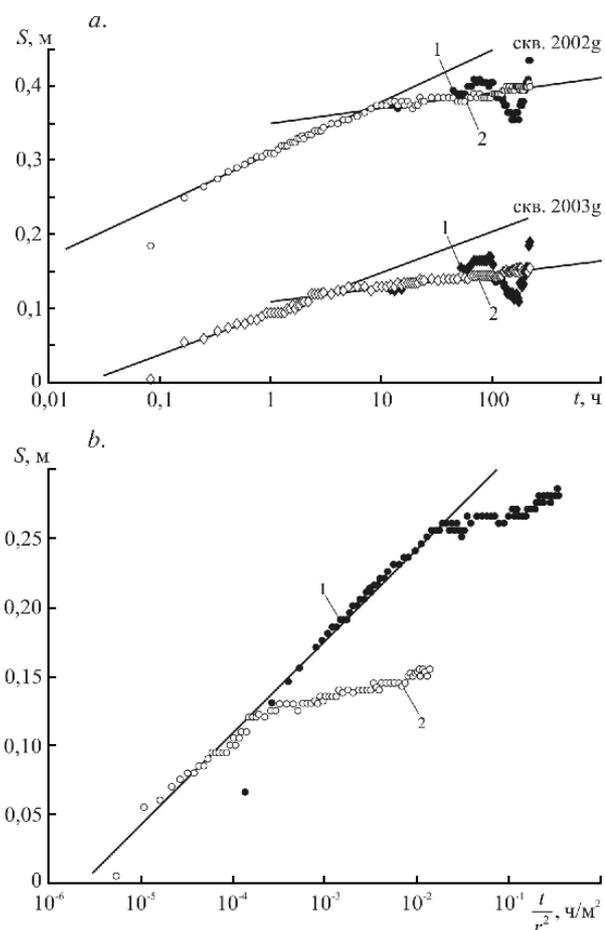


Рис. 1. Индикаторные кривые временного прослеживания снижения пьезометрического уровня (а) в наблюдательных скважинах опытного куста 2002g и 2003g, построенные по исходным данным (1) и с учетом поправки на барометрическое давление (2), и комбинированного прослеживания снижения пьезометрического уровня (b) в наблюдательных скважинах 2002g (1) и 2003g (2) с учетом поправки на систематическую погрешность понижения уровня в скважине 2002g.

В скважинах 2001м-450, 2001м-400 и 2001м-280, имеющих глубину соответственно 450, 400 и 280 м и вскрывших инкудукский и жалпакский водоносные горизонты, в разрезе расположенные выше мынкудукского, реакция на возмущение мынкудукского горизонта не зарегистрирована. Иными словами, экспериментально доказано отсутствие реакции в смежных водоносных горизонтах, при этом в опробуемом водоносном горизонте понижение уровня не стабилизируется на протяжении возмущения.

На рис. 2 представлен график прослеживания понижения уровня в наблюдательных скважинах куста 2001с (данные взяты из работы [4]). На график вынесены понижения уровня в наблюдательных скважинах 2002g и 2003g, равные соответственно 0,257 и 0,135 м на момент времени 20 ч после начала откачки. При этом понижения снимались со вторых асимптот, рассчитанных как тренды в соответствии с методикой из [2, 3, 4] методом наименьших квадратов. Наблюдательные скважины отстоят от возмущающей на расстояния 25,18 и 127,54 м. Угловой коэффициент прямой, проходящей через начало координат ($\lg\left(1,12 \frac{1}{z}\right) = 0$, $S = 7 \cdot 10^{-5}$ м), при значении фактора перетекания $B = 805$ м и параметра $2\chi t = 1,7 \cdot 10^6$ м² равен $C = 0,1732$ м. Соответствующая водопроницаемость водоносного горизонта при среднем дебите откачки $\bar{Q} = 266,4$ м³/сут составляет $T = 563,1$ м²/сут, пьезопроводность $\chi = 1,02 \cdot 10^6$ м²/сут, а упругая емкость $\mu^* = 5,5 \cdot 10^{-4}$.

Нетрудно видеть, что условие применимости логарифмической аппроксимации (3) исходной расчетной зависимости (2) выполняется для обеих наблюдательных скважин ($z_{2002g} = 0,0328$; $z_{2003g} = 0,1662$).

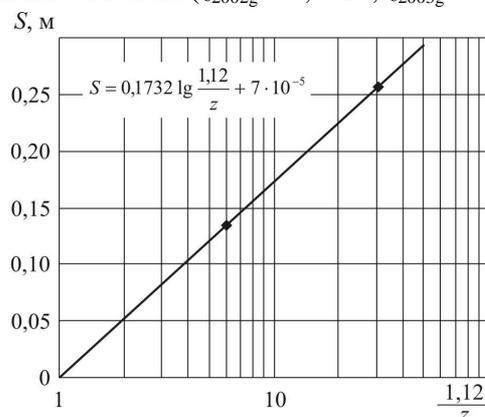


Рис. 2. График зависимости понижения уровня в наблюдательных скважинах опытного куста 2001с от безразмерного параметра $1,12/z$.

Полученное значение водопроницаемости T опробуемого водоносного горизонта заметно, на 25,31...51,80 %, отличается от величин, определенных по данным временного и комбинированного прослеживания уровня в наблюдательных скважинах опытного куста (соответственно, $T_{2002g} = 705,6$ и $T_{2003g} = 854,4$ м²/сут – временное прослеживание, и $T_K = 712,8$ м²/сут – комбинированное прослеживание). Еще значительно различаются установленные различными методами величины фактора перетекания; в работе [4] приведены следующие его значения: $B_{2002g} = 1840$ и $B_{2002g} = 1770$ м. Как видно, эти величины больше установленной предлагаемым методом соответственно в 2,29 и 2,20 раза.

Рассчитанная в настоящей работе пьезопроводность χ также имеет систематическое отклонение от рассчитанного в работе [4] ее значения; она примерно в 3,65-6,94 раза меньше определенной по данным временного (при значениях пьезопроводности $\chi_{2002g} = 3,72 \cdot 10^6$ и $\chi_{2002g} = 7,08 \cdot 10^6$ м²/сут) и комбинированного (при рассчитанной пьезопроводности $\chi_K = 3,79 \cdot 10^6$ м²/сут) прослеживания. Значение упругой емкости опробуемого водоносного горизонта, определенное предлагаемым методом, наоборот, примерно в 2,89-4,58 раза больше рассчитанного в [4] ($\mu_{2002g}^* = 1,9 \cdot 10^{-4}$ и $\mu_{2003g}^* = 1,2 \cdot 10^{-4}$ по данным временного прослеживания, и $\mu_K^* = 1,9 \cdot 10^{-4}$ – комбинированного).

Приведенные расхождения значений водопроницаемости, рассчитанных разными методами, имеют один знак. Соответственно эти расхождения нельзя рассматривать как случайные погрешности, обуславливающие отклонение измеренных величин относительно некоторой средней, так что эти величины с одинаковой вероятностью могут быть как меньше, так и больше средней. Обратим внимание на то, что никаких дополнительных условий и предположений на определение водопроницаемости предлагаемым методом (за исключением условия применимости уравнения (3)) не вводится, тогда как водопроницаемость, установленная по данным комбинированного и временного прослеживания понижения уровня в наблюдательных скважинах (как это рекомендуется в [1] и проделано в [4]), базируется на следующем предположении – на участках графиков прослеживания, отвечающих первому этапу возмущения (см. рис. 1), не отражается влияние перетекания. Очевидно поэтому – базой для сравнения должны выступать параметры, определенные предлагаемым автором методом.

Сопоставление определенных разными способами величин водопроницаемости показывает, что указанное предположение для индикаторных

кривых комбинированного и временного прослеживания применительно к кусту 2001с выполняется не полностью – влияние перетекания на результаты прослеживания начинается сказываться уже и на первом этапе возмущения и определяет завышение рассчитанных значений водопроводимости на 25,31...51,80 % по отношению к величине водопроводимости, определенной предлагаемым методом и принимаемой, как отмечалось выше, за базу сравнения. Такое завышение имеет достаточно простое физическое объяснение – начавшееся перетекание уменьшает абсолютные значения понижений уровня в наблюдательных скважинах, а нарастание перетекания по площади и по интенсивности определяет уменьшение также и темпа снижения уровня в скважинах. Как следствие, угловые коэффициенты расчетных асимптот на индикаторных кривых комбинированного и временного прослеживания оказываются меньшими по абсолютной величине истинных (наиболее вероятных) значений этих коэффициентов, соответственно, большими – значения водопроводимости.

В пользу такой интерпретации наблюдаемых систематических отклонений величин водопроводимости, определенной по результатам временного и комбинированного прослеживания уровня, свидетельствуют и наблюдаемые систематические отклонения пьезопроводности и упругой емкости опробуемого водоносного горизонта, установленные по результатам интерпретации временного и комбинированного прослеживания уровня, по отношению к определенным предлагаемым в настоящей работе методом.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что предлагаемый в настоящей работе метод интерпретации результатов ОФО слоистой толщи по схеме, когда реакция в смежном горизонте на протяжении опытного возмущения не зарегистрирована, а пьезометрический уровень в опробуемом водоносном горизонте не стабилизировался (схема 1а)), не содержит в себе никаких дополнительных условий и ограничений, за исключением условий применимости исходных теоретических решений. Соответственно этот метод может выступать как база для сравнения и анализа результатов интерпретации данных ОФО слоистой толщи по этой же схеме, выполненной другими методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. – М.: Недра, 1979. – 326 с.
2. Бураков М.М. Об оценке достоверности фильтрационных параметров // Водные ресурсы. – 1996. – Т. 23. – № 5. – С. 539-547.
3. Бураков М.М. Об оценках достоверности фильтрационных и емкостных параметров, полученных по данным прослеживания восстановления

- ния уровня подземных вод // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 2. – С. 153-170.
4. Бураков М.М. Случайные погрешности параметров слоистых водоносных систем, установленных по данным откачек. – Алматы: «ProService LTD», 2007. – 113 с.
 5. Гидрогеология СССР. Т. XXXVI. Южный Казахстан / Под ред. В.И. Дмитриевского. – М.: Недра, 1970. – 460 с.
 6. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. – М.: Недра, 1978. – 326 с.
 7. Плугина Т.А. Определение геофильтрационных параметров слабопроницаемых отложений натурными методами // Обзор. ВИЭМС. – Гидрогеология и инженерная геология. – М.: ВИЭМС, 1978. – 56 с.
 8. Синдаловский Л.Н. Справочник аналитических решений для интерпретации опытно-фильтрационных опробований. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. Ун-та, 2006. – 796 с.
 9. Шестаков В.М. Вопросы терминологии в геогидродинамике // Водные ресурсы. – 1984. – Т. 8. – № 5. – С. 156-159.
 10. Hantush M.S. Analysis of data from pumping tests in leaky aquifers // Transactions. American Geophysical Union. – 1956. – Vol. 37. – P. 702-714.
 11. Hantush M.S. Modification of the theory of leaky aquifers // Journal of Geophysical Research. – 1960. – Vol. 65. – P. 3713-3725.
 12. Hantush M.S., Jacob C.E. Nonsteady radial flow in an infinite leaky aquifer // Transactions. American Geophysical Union. – 1955. – Vol. 36. – P. 95-100.
 13. Sternberg Y.M. Some approximate solutions of radial flow problems // Journal of Hydrology. – 1969. – Vol. 33. – № 2. – P. 158-166.

ТОО Научно-производственная и проектная фирма «КазГИДЭК», г. Алматы

**СУ ӨТКІЗГІШ ҚАБАТТА АҒЫН БОЛҒАН ЖАҒДАЙДА
ТӘЖІРИБЕЛІ БҰТАЛЫ ШАЙҚАМАЛАРДЫҢ НӘТИЖЕЛЕР
ИНТЕРПРЕТАЦИЯСЫНЫҢ ГРАФОАНАЛИТИКАЛЫҚ ӘДІСІ**

Гео.-мин. ғылымд. канд. М.М. Бураков

Қолданылған қабаттағы пьезометриялық деңгей ауытқу ұзындығында тұрақталмаған, ал көрініс қабатта шайқауға орай әрекеті байқалмаған кездегі қабатталған жүйеден тәжірибелі бұталы шайқамалар нәтижелері интерпретациясының жаңа әдісі қарастырылады.

УДК 631. 45; 631. 67

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ
В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ НЕФТИ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА И
ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов

В статье отражены проблемы техногенного воздействия нефтяной отрасли на почвенный покров. Указаны источники загрязнения почвенного покрова нефтью и нефтепродуктами. Приводятся способы очистки почвенного покрова от нефти и нефтепродуктов. Сделан обзор документальных источников опубликованных за последние годы в отечественных и зарубежных изданиях.

Объектом исследований является почвенный покров Западного Казахстана, который относится к провинции сульфатно-хлоридного соленакопления. Основными распространенными типами почв являются: бурые, серо-бурые, каштановые и приморские луговые почвы. Для решения проблем нефтезагрязненных почв использовался обширный материал отечественных и зарубежных авторов по проблеме экологической безопасности окружающей среды.

Интенсификация процесса освоения ресурсов региона сопровождается резким усилением воздействия на окружающую среду. Прикаспию свойствен определенный комплекс экологических проблем, обусловленных зональными факторами аридных территорий, а также специфическим воздействием нефтегазового производства. Прежде всего это почвенно-растительное (в первую очередь техногенное) опустынивание; истощение водных ресурсов и загрязнение их нефтью, нефтепродуктами и другими токсичными веществами; потенциальная опасность попадания нефтесодержащих веществ в водный бассейн Каспийского моря и с учетом географических особенности вероятность необратимого отравления его вод, ухудшение здоровья населения в результате загрязнения окружающей среды.

Причинами образования нефтяных загрязнений в основном являются аварийные и технологические выбросы из скважин и емкостей внутрипромысловых коллекторов. Значительны потери нефти из магистральных нефтепроводов при ее транспортировке. Имеются многочисленные нефтяные озера, образовавшиеся в результате различных аварий в процес-

се добычи или трубопроводного транспорта нефти. Наибольшее их количество находится на крупнейшем Озенском месторождении парафинистой нефти. Техногенная деградация земель в зонах интенсивного освоения нефтяных месторождений достигает 30 % [1]. По мнению многих исследователей, состояние экосистемы в Западном Казахстане, особенно в Атырауской области, характеризуется как предкризисное. В случае непринятия комплекса защитных мер региону грозит экологическая катастрофа с тяжелыми последствиями не только для данной местности, но и в глобальном масштабе. Особое место занимают проблемы защиты Каспийского моря. Правительство Казахстана объявило Каспийское море природным заповедником, в котором любая экологическая деятельность разрешается только с учетом особых экологических условий.

На стадии бурения скважин и подготовки их к эксплуатации основными компонентами техногенных потоков являются буровой раствор и различные химические реагенты (кислоты, поверхностно-активные вещества, соли, а также цементные растворы). Наибольшей миграционной способностью в компонентах буровых жидкостей обладают соленая вода и водонефтяная эмульсия, которые в зависимости от рельефа и гидрологического режима могут образовать ареалы тех или иных размеров и конфигураций. Основную нагрузку от этих потоков принимают на себя почвы, грунтовые и поверхностные воды.

Загрязнение нефтепродуктами и нефтепромысловыми сточными водами оказывает влияние на гумусное состояние, кислотно-щелочное равновесие, содержание подвижных форм азота и фосфора, ферментативную активность и химический состав водной вытяжки почв и солевой состав грунтовых вод на территории месторождений [2]. Химический состав нефти и пластовых вод в различных районах различен, что обуславливает их природную среду. Техногенные потоки от скважин, загрязняя почву, поверхностные и грунтовые воды, нарушают почвенные и водные биоценозы [3].

Космическая съемка показала, что за 30 лет промышленного освоения углеводородных месторождений на Мангышлаке насчитывается более 2 тыс. амбаров нефти. По оценкам ученых-химиков, загрязнение почвенного покрова углеводородами, обогащенными смолами и парафином, ведет к гудронизации их профиля, образованию битумных кор. В них накапливаются токсины. Регенерация и очищение почв происходит крайне медленно. Установлено, что общая площадь нефтезагрязненных почв на территориях Прикаспийской низменности и Мангышлака достигает

200 тыс. га. В этих почвах необратимо изменяются химические, физико-химические и водно-физические свойства, нарушается деятельность почвенных микроорганизмов и окислительно-восстановительный потенциал. Показано, что в загрязненных почвах возрастают засоление, рН среды и щелочность, а также содержание, свинца, цинка, бария, стронция, молибдена и других тяжелых металлов [4].

Загрязняющие токсичные вещества нефти оказывают ингибирующее влияние на рост и развитие живых организмов. Их компоненты содержат канцерогенные полициклические углеводы (нафталины, аценафтенны, пирены и др.). Восстановление природных свойств нефтезагрязненных почв зависит от проведения мелиораций [5-7]. Изучались уровень загрязнения почв в различных пунктах Тенгизского месторождения и прилегающих к нему территориях нефтепродуктами и тяжелыми металлами, а также содержание металлов в растениях. Установлено, что превышение уровня тяжелых металлов в почве и растениях обусловлено увеличением нефтепродуктов в почве [8, 9]. Нефтяное загрязнение значительно снижает плотность нематод в почве и обедняет их фаунистический состав [10].

В качестве диагностического критерия нефтезагрязненности почв предлагается использовать активности ферментов: инвертазы, уреазы, фосфатазы и сульфитоксидазы. Изменение их активности прямо пропорционально дозе нефти и сохраняется с течением времени, а методы их определения доступны и достаточно просты [11]. Важнейшим показателем функционирования любой экосистемы является степень ее химического загрязнения. Особое место при этом занимает мониторинг тяжелых металлов в связи с их высокой биологической активностью. В отличие от органических соединений, тяжелые металлы не подвергаются трансформации и, попав в биогеохимический цикл, очень долго остаются в нем.

Существует ряд механических, физико-химических и биологических способов очистки почв от нефти и нефтепродуктов. Известно, что механические способы очистки разрушают слой почвы и требуют значительных трудозатрат. Применяемые химические методы очистки часто используют токсичные реагенты, а продукты их разложения не менее ядовиты, чем нефть. Самыми экологически чистыми являются биотехнологические методы ликвидации нефтезагрязнения [12]. Разработано экологически безопасное, не содержащее поверхностно-активных веществ моющее средство (флотационный отмыватель нефтепродуктов – ФОН). На основе перкарбоната натрия ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$), обладающего высокой моющей способностью

(96...99 %) и создающее в водном растворе эффект кавитации с последующей флотацией нефтезагрязнителя на поверхности раствора при протекании химической реакции разложения пероксида водорода. Очистки поддаются грунты, содержащие тяжелые, сильно трансформированные загрязнения.

Особенность метода заключается в эффективном разделении образующихся в результате отмывки фаз: очищенный грунт – моющий раствор – нефтепродукт, при одновременном снижении содержания нефтепродуктов и сопутствующих им токсических компонентов в отработанных растворах в 10...30 раз [13]. Для очистки нефтезагрязненных почв большое значение имеет разработка и внедрение на предприятиях нефтедобычи естественных и искусственных сорбентов нефти. Для сорбирования нефти широко используются синтетические поглотители типа активированного угля, пенопласта, поглотителей «Ресорб», «Пламилон», гидрофобизированный вспученный перлит, гелеобразователи и различные отвердители. В США разработан препарат из структурированного сополимера полиакриламида и бутадиена, который эффективно связывает нефтяную жидкость в гелеобразную массу, легко сгребаемую для механической очистки, Академией Наук и Институтом нефти и газа Российской Федерации разработан реагент «Биотемпоскрин», способный преобразовывать углерод нефти и нефтепродуктов в белок. Японскими учеными получен препарат, обезвоживающий сырую нефть до трудно разделяемой водонефтяной эмульсии, которая легко удаляется путем сжигания. Кроме того, нефтяные пленки на поверхности, толщиной в 1 мм, уничтожаются простыми поглотителями из торфа, соломы, древесных стружек и др.

Разложение нефти и нефтепродуктов в почве в естественных условиях – процесс биохимический, в котором решающее значение имеет функциональная активность почвенных микроорганизмов, обеспечивающих полную минерализацию нефти и нефтепродуктов до углекислого газа и воды. Так углеводородокисляющие микроорганизмы являются постоянными компонентами почвенных биоценозов, появилось стремление использовать их катаболическую активность для восстановления загрязненных нефтью почв.

Ускорить очистку почв от нефтяных загрязнений с помощью микроорганизмов возможно двумя способами:

- активизацией метаболической активности естественной микрофлоры почв путем изменения соответствующих физико-химических условий среды;

- внесением специально выделенных из естественной микрофлоры активных нефтеокисляющих микроорганизмов в загрязненную почву [14, 15].

Мировой опыт также свидетельствует об эффективности микробной очистки нефтезагрязненных почв. Известные фирмы «Оксидентал химикл» (США), «Бейстритент» (Англия), «Биодетакс» (Германия) и др. успешно используют приемы микробной очистки нефтезагрязненной поверхности. Созданы новые биопрепараты «Путидоил», «Биоструктор», «Гидробак» и др., предназначенные для новых видов микроорганизмов. Необходимо учитывать природные условия почвообразования и тип почвы, оказывающей определяющее влияние на жизнедеятельность микробной флоры.

Микробиологами Казахстана в настоящее время изучены, выделены и рекомендованы для практического использования ряд новых штаммов микроорганизмов-деструкторов углеводородного сырья, способных утилизировать сырую нефть на 84...98 % [16]. Создан новый микробиологический препарат «Мунайбак», который утилизирует нефтепродукты почвы на 31...36 % [17]. Исследованиями установлено, что под влиянием спонтанной микрофлоры разлитая на поверхность почвы нефть претерпевает существенные изменения в сторону осмоления на утяжеление состава. Как показали исследования Института почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова МСХ РК выделенные ими новые штаммы микроорганизмов деструкторов нефти устойчиво утилизируют нефтепродукты, особенно в период от одного до семи суток инкубации. При этом в нефти происходит рост кислородосодержащих структур как эфирного, так и кислотного типов, что свидетельствует об интенсивности окислительных процессов. Отмечается также резкое уменьшение длинноцепочных парафинов. Таким образом, выделенные виды микроорганизмов-деструкторов могут служить основой для разработки биотехнологии мелиорации нефтегазрязненных почв Мангышлака-Прикаспийского региона.

Так, хорошими деструкторами нефтяных загрязнений при очистке почвы зарекомендовали себя микробиологические препараты серии «Биодеструктор», что подтверждено актами внедрения или завершения работ [12]. Для микробиологической очистки почвы разработан бактериальный биопрепарат родотрин, в состав которого входят активный штамм-деструктор нефти и нефтепродуктов *Rhodococcus erythropolis* АС-1339 Д и биодобавки, обладающие широкой окислительной активностью: деградируют легкие и тяжелые углеводороды, асфальтосмолистые фракции, а также жидкие битумы, трансформируя их до экологически безвредных

веществ. Родотрин проявил высокую эффективность в условиях Татарстана [18]. Фирма «Экойл» создала «Технологию рекультивации загрязненных нефтью и нефтепродуктами почвы и воды при помощи выделенных из аборигенной микрофлоры культуры микробов-деструкторов».

Рыхление загрязненных почв увеличивает диффузию кислорода, снижает концентрацию углеводов в почве, обеспечивает разрыв поверхностных пор насыщенных нефтью, но в то же время способствует равномерному распределению компонентов нефти и нефтепродуктов в почве и увеличению активной поверхности воздействия. При этом создается оптимальный водный, газовоздушный и тепловой режим, растет численность микроорганизмов, их активность, усиливается энергия биохимических процессов. Оптимальная температура почвы 20...37 °С. Обеспеченность почв биогенными элементами (азотом, фосфором и калием) определяет интенсивность разложения нефти и нефтепродуктов. Недостаток последних восполняется путем внесения в почву минеральных удобрений в зависимости от типа почв. Влажность почв положительно влияет на скорость разложения нефти и нефтепродуктов. После полива улучшаются агрохимические свойства почвы, в частности увеличиваются подвижность питательных веществ, микробиологическая и ферментативная активность.

Исследовалось влияние нефтяного загрязнения на численность, биомассу почвенных микроорганизмов и ферментативную активность почв, взятых на Тенгизском месторождении. Установлено, что при действии нефти в концентрации 30 мл/кг, соответствующей зоне стресса, наибольшие изменения наблюдаются в течение 28 суток. В динамике изменения численности и биомассы микроорганизмов выделены периоды: угнетения (токсичная нефть); повышения (адаптация к загрязнителю); относительной стабилизации. Снижение остаточного количества нефти связано с повышением численности микроорганизмов. Почвенные ферменты реагируют на нефтезагрязнение по-разному. Так инвертазная активность после нефтяного загрязнения ингибируется, а активность каталазы повышается, что обусловлено повышением уровня окислительно-восстановительных реакций, связанных с биодegradацией нефти [19, 20]. Выявлен консорциум микроорганизмов, растущих на питательной среде с большим содержанием нефти, которые характеризуются относительно высокой жизнестойкостью, обладают хорошей эмульгирующей способностью и в значительной степени биодegradируют нефть и нефтепродукты [21, 22].

Выделены новые штаммы-деструкторы из различных месторождений Западного Казахстана и предложены наиболее приемлемые способы по биологической рекультивации нарушенных нефтезагрязненных участ-

ков в районах интенсивного промышленного освоения территории Прикаспийской низменности [23].

Определялись возможность и эффективность компостирования (природного, экологически чистого процесса) нефтесодержащих отходов в условиях месторождения Северные Бузачи компанией «Техасо». Принцип компостирования основан на разложении углеводов микроорганизмами, которые в результате своей жизнедеятельности вырабатывают ферменты, окисляющие один или несколько видов углеводов. Конечный продукт – компост можно использовать для улучшения почвы при рекультивации земель [24]. Таким образом, следует отметить, что отечественные биопрепараты, стимуляторы процессов биодegradации, являются высокоэффективными деструкторами нефти и нефтепродуктов при очистке воды и почвы.

Путем биомелиорации, использования нефтеагглюлянтов, а также фитомелиорации адаптированными к местным условиям видами растений (полынь, изень, жантак, камфоросма и др.) на фоне удобрения и поливов, можно эффективно осуществлять трансформацию углеводов в почве, очищение и восстановление продуктивности почвенного покрова нефтепромыслов. Посев в загрязненную нефтью почву трав с разветвленной корневой системой способствует ускорению разложения углеводов. Развитая корневая система сельскохозяйственных растений, в частности многолетних трав способствует улучшению газовоздушного режима загрязненной почвы, обогащают её азотом и биологическими активными соединениями. Все это стимулирует рост микроорганизмов и ускоряет разложение нефти и нефтепродуктов (табл. 1).

Таблица 1

Влияние биомелиорации на биологическую активность нефтезагрязненных почв Карачиганакского месторождения [25]

Вариант опыта	Ферментативная активность			«Дыхание» почвы	Урожайность культур, ц/га
	инвертаза	уреаза	каталаза		
Пашня, посев ячменя в смеси с донником					
Контроль (без удобрения)	9,5	1,27	13,8	12,3	7,97
Навоз (40 т/га)	15,2	4,08	14,8	18,4	11,87
НРК эквивалентный 40 т навоза	14,4	3,83	10,5	20,1	17,07
20 т/га навоза + НРК эквивалентный 20 т навоза	12,6	2,4	16,1	16,5	15,95

Вариант опыта	Ферментативная активность			«Дыхание» почвы	Урожайность культур, ц/га
	инвертаза	уреаза	каталаза		
Пашня, после люцерны в смеси с житняком					
Контроль (без удобрения)	12,3	1,78	12,6	15,6	3,10
Навоз (20 т/га)	15,9	3,57	16,9	26,2	5,15
НРК эквивалентный 20 т навоза	13,8	2,87	12,0	20,8	6,30

Перспективным нетрадиционным мелиорантом нефтезагрязненных почв могут стать бурые угли, богатые гуминовыми кислотами, которые представляют одновременно эффективные сорбенты токсикантов и углегуминовые удобрения почв. Применение в качестве сорбента-мелиоранта бурого угля и бентонитовой глины увеличивает количество и массу микроорганизмов. Использование бурого угля и минеральных удобрений способствует улучшению численности основных физиологических групп микроорганизмов, способствует снижению фитотоксичности и уменьшению валового содержания нефти в почве (табл. 2).

Таким образом, использование бурого угля и минеральных удобрений способствует улучшению микробиологического режима, увеличивает численность основных физиологических групп микроорганизмов, способствует снижению фитотоксичности и уменьшению валового содержания нефти в почве. Применение бурого угля и минеральных удобрений, наряду с поливом и рыхлением будет способствовать улучшению экологической обстановки в техногенно-нарушенных экосистемах нефтепромыслов восточной части Казахстанского Прикаспия.

В заключение необходимо подчеркнуть, что экологическое состояние экосистемы в Западном Казахстане характеризуется как предкризисное. Почва становится аккумулятором и хранилищем токсичных химических веществ, вызывающих у населения тяжелые формы гепатита, болезни органов дыхания, туберкулез, злокачественные опухоли и др. Реабилитация нарушенных земель и оздоровление окружающей среды становится важнейшей государственной задачей и требует скорейшего решения.

Таблица 2

Валовое содержание нефтепродуктов до и после опыта

Вариант	Масса нефтепродуктов до опыта, г/кг почвы	Масса нефтепродуктов после опыта, г/кг почвы	Остаточное количество нефтепродуктов, в %
1. Нефтьшламм	61,00	53,33	87,43
2. Нефтьшламм + почва (1:1)	32,33	21,00	64,95
3. Нефтьшламм + почва (1:2)	20,33	17,33	85,25
4. Нефтьшламм + почва + бурый уголь (1:1)	29,14	7,33	30,89
5. Нефтьшламм + почва + бурый уголь (1:2)	17,43	6,00	38,27
6. Нефтьшламм + почва + KPN (1:1)	32,06	15,33	47,83
7. Нефтьшламм + почва + KPN (1:2)	20,45	14,00	68,46
8. Нефтьшламм + почва + бурый уголь + KPN (1:1)	29,20	13,33	45,66
9. Нефтьшламм + почва + бурый уголь + KPN (1:2)	17,32	6,33	36,34

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асанбаев И.К. Антропогенные изменения почв и их экологические последствия. – Алматы, 1998. – 180 с.
2. Габбасова И.М., Абдрахманов Р.Ф., Хабиров И.К., Хазиев Ф.Х. Изменение свойств почв и состав грунтовых вод при загрязнении нефтью и нефтепромысловыми сточными водами в Башкирии // Почвоведение РАН. – 1997. – №11. – С. 1362-1372.
3. Мелконян Р.Г. Экологические проблемы нефтегазового комплекса // Нефть, газ и бизнес. – 1999. – №1-2. – С. 60-64.
4. Сапаров А.С., Фаизов К.Ш., Асанбаев И.К. Почвенно-экологическое состояние Прикаспийского нефтегазового региона и пути их улучшения. – Алматы: 2006. – 146 с.
5. Асанбаев И.К., Фаизов К.Ш. Охрана почв нефтегазовых месторождений Казахстана: Тез. докл. 2-й Междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды» – Алматы.: 1998. – С. 111-113.
6. Дюсенов З.Т. Нефтехимическое загрязнение почв Прикаспийского региона // Вестн. КазГУ. Сер. эколог. – 2001. – №1. – С. 70-75.
7. Каражанов Р.К. Нефтезагрязнение почв Прикаспийского региона // Вестн. КазГУ. Сер. эколог. – 2000. – №1-2. – С. 217.
8. Кокорина Ю.К., Ерубаяева Г.К., Ищанова Н.Е. Воздействие нефтяного загрязнения на природные экосистемы // Вестн. КазГУ. Сер. эколог. – 2001. – №1. – С. 54-55.
9. Ищанова Н.Е., Дюсенов Б. Тяжелые металлы в почве и растениях Тенгизского нефтегазового месторождения Атырауской области. // Академик К.И. Сатпаев и его роль в развитии науки, образования и индустрии в Казахстане: Труды Междунар. Симп., посвящ. 100 летию со дня рожд. К.И. Сатпаева. Ч.1 Алматы: Каз НТУ, 1999. – С. 288-290.
10. Савкина Е.И., Омарова С.С., Джусипбеков У.Ж., Ошакбаева М.Т., Иманов К.И: Влияние нефтяного загрязнения на почвенные нематоды месторождения Узень //Изв. Науч.-техн. о-ва «Кахак». – 2001. – Вып. 4. – С.140-147.
11. Киреева Н.А., Новоселова Е.И., Ямалетдинова Г.Ф. Диагностические критерии самоочищения почвы от нефти // Экология и промышленность России. – 2001. – декабрь. – С. 34-35.
12. Матвеев М.В. Экономические аспекты применения микробиологических препаратов серии «Биодеструктор» для очистки загрязнений нефтью // Экономика природопользования: ОИ/ВИНИТИ. – 2001. – №3. – С. 36-40.

13. Смирнов А.В. Эффективная очистка нефтезагрязненных грунтов с использованием моющих средств // Ресурсосберегающие технологии: ВИНТИ. – 2001. – №14. – С. 29-32.
14. Дайрабаева А. Пути удаления нефтезагрязнения с поверхности почвы // Поиск. Сер. естеств. и техн. наук. – 2002. – №3. – С. 141-145.
15. Лушников С.В., Завгороднев К.Н., Бобер В.В., Николенко А.А., Елистратов А.В. Очистка воды и почвы от нефти и нефтепродуктов с помощью культуры микробов деструкторов // Экология и промышленность России. – 1999. – декабрь. – С. 17-19.
16. Ауэзова О.Н., Алиева Р.М., Недоводиева Т.Н., Петрова Т.К. Микробиологическое изучение нефтезагрязненных почв Прикаспийской низменности //Изв. АН КазССР. Сер. биол. – 1990. – №6. – С. 54-58.
17. Файзуллина Э.Р., Шилова Н.К., Алиева Р.М., Вирюкова Л.А. Микробиологическое окисление нефти и нефтепродуктов углеводородоксилирующими бактериями, входящими в состав препарата «Мунайбак» // Изв. НАН РК. Сер. биол. – 1995. – №5. – С. 64-68.
18. Ягафарова Г.Г., Хлесткин Р.Н., Брахнина В.Б., Ягафаров И.Р. Испытания биопрепарата родотрин для ликвидации нефтяных загрязнений на территории Татарстана // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1998. – №7. – С.21-23.
19. Есенбаева Г.А., Фоломеева О.В., Мукашева Т.Д., Шигаева М.Х. Скринг активных штаммов дрожжей деструкторов – углеводов для очистки нефтезагрязненных почв // Академик К.И. Сатпаев и его роль в развитии науки, образования и индустрии в Казахстане: Тр. Междунар. симп., посвящ. 100-летию со дня рожд. К.И. Сатпаева. Ч.1. Алматы: КазНТУ, 1999. – С. 278-280.
20. Шигаева М.Х., Мукашева Т.Д., Атемова Г.Т. Влияние стрессовых концентраций нефти на биологическую активность почвы //Вестн. КазГУ. Сер. эколог. – №4. – С. 152-158.
21. Шигаева М.Х., Мукашева Т.Д. Скринг микроорганизмов, адаптированных к высоким концентрациям сырой нефти //Промышленная экология и охрана водных экосистем: Матер. Науч.-прак. конф. Алматы, 1997. – С. 62-68.
22. Шигаева М.Х., Мукашева Т.Д., Малютин А.П. Рост дрожжей на средах, содержащих нефть и нефтепродукты // Вестн. КазГУ. Сер. эколог. – 1998. – №4. – С. 93-94.

23. Кан В.М., Асанбаев И.К., Ауэзова О.Н. Использование микроорганизмов-деструкторов для очистки нефтезагрязненных почв Западного Казахстана / АНТОК СНГ: Юбил. науч.-практ. конф. – Москва, 21-23 июня 2001 г. – М.: Президиум РАН. – 2001. – С. 53-54.
24. Токтарбекова Ж.К. Пилотный проект компостирования нефтесодержащих отходов // Нефть и газ. – 2000. – №3. – С. 119-120.
25. Тазабекова Е.Т. Ферментативная активность почв Республики Казахстан и пути ее регулирования: Автореф. дис. ... доктора наук. – Алматы, 1995. – 38 с.

КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы

**БАТЫС ҚАЗАХСТАННЫҢ МҰНАЙ ӨНДІРУШІ
АУДАНДАРЫНДАҒЫ МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН
ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ
ОЛАРДЫ ШЕШУ ЖОЛДАРЫ**

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

Мақалада мұнай өндірісінің топырақ жамылғысына тигізетін техногендік мәселелері қарастырылған. Топырақ жамылғысын ластаушы мұнай өнімдерінің қайнар көздері анықталған. Топырақ жамылғысын мұнай және мұнай өнімдерінен тазарту жолдары кетірілген

Соңғы жылдары шет елдер мен отандық баспаларда жарық көрген документалдық материалдарға шолу жасалынған.

ЭОК 911.2

**ЖЕЛ АЙДАУ-ЖЕЛ ҚАЙЫРУ ҚҰБЫЛЫСТАРЫНЫҢ «АҚЖАЙЫҚ»
МЕМЛЕКЕТТІК ТАБИҒИ РЕЗЕРВАТЫНЫҢ ӨСІМДІК ЖӘНЕ
ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНА ӘСЕРІ**

К.Б. Егембердиева

Мақалада «Ақжайық» мемлекеттік табиғи резерватының аумағындағы жел айдау-жел қайыру құбылыстары қарастырылған. Талдау нәтижесінде жел айдау-жел қайыру құбылыстарының зерттелу аумағының экожүйелеріне әсер ететіндігі анықталып, оның сипаттамалары берілген. Табиғатты қорғау шараларын дайындау қажеттілігі көрсетілген.

Жел айдау-жел қайыру құбылыстарының әсерінен көптеген аң-құстардың түрлерінің өмір сүру орталарының өзгеріске ұшырауы белең алды, Жайық өзенінің атырауы айтарлықтай гидрологиялық өзгерістерге ұшырады, яғни аквальды экожүйелерге қауіп төнді. Осыған байланысты, резерват аумағының жем-шөптік базасын және ондағы аң-құстардың үйреншікті тіршілік ортасын сақтап қалу мақсатында аумақтың өсімдік және топырақ жамылғыларына жел айдау-жел қайыру құбылыстарының әсерін анықтау және алдын-алу шараларын қарастыру өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

«Ақжайық» мемлекеттік табиғи резерваты аумағында құстар мен балықтардың жем-шөптік базасының мол қорының болуы және шалғынды-жайылмалық биоценоздардың жоғары өнімділігі ондағы биоәртүрліліктердің өсіп-өнуіне қолайлы жағдай туғызады. Соңғы жылдары аумақтың биоәртүрліліктері мен өмір сүру ортасы нашарлап кетті. Оның басты себебі табиғи-климаттық және антропогендік факторлардың бірігіп әсер ете отырып, биологиялық әртүрлілікке қауіп төндіруінде. Биоәртүрлілікке кері әсерін тигізетін басты табиғи гидрологиялық факторларға теңіз деңгейінің көтерілуі, әсіресе жел айдау-жел қайыру құбылыстары жатады [2].

Теңіз қайраңының абсолюттік белгілері – 29 м-ден солтүстігінде – 20 м аралығындағы теріс мөңдерді қамтыды. Бұл аймақ жел қайыру – жел айдау құбылыстарының әсеріне жиі ұшырап отырады және бұл құбылыстар зерттеу ауданының табиғи компоненттерінің қалыптасуында маңызды рөл атқарады.

«Ақжайық» МТР Арал-Каспий провинциясының шөл зонасына жатады, мұндағы топырақтың зоналды тектүрі – шөлдің құба топырағы. Жағалық жолақтағы топырақ түзілу процесі қазіргі теңіз деңгейінің ауытқуымен тығыз байланысты. Жел айдау-жел қайыру құбылыстары резерват аумағындағы топырақтар мен ландшафттардың суға батуына немесе құрғап кетуіне ықпал етеді. Су деңгейінің төмендеуі салдарынан босап қалған теңіз түбінде жас топырақтар қалыптасады, ал теңіздік жазықтардағы ландшафттарда шөлдену процесі байқалады, яғни топырақтардың алғашқы түпкі шөгінділерден тақыр тәрізді шөл топырақтарына айналу эволюциясы жүреді. Теңіз деңгейінің көтерілуі топырақ түзілудің гидроморфты жағдайларын қалыптастырады. Каспий деңгейінің ауытқуымен байланысты гидрологиялық жағдайлардың динамикалық сипат алғаны соншалық, топырақ түзілу процесінің белгілері топырақтүзілудің соңғы өнімдерінде жинақталуға және тұрақталуға үлгере алмауда. Теңіз деңгейінің көтерілуі нәтижесінде теңіз шөгінділері астында қалыптасып болған топырақтарды су басып, олар су астында қалуда. Су басып жатқан тар жағалық жолақта қазіргі кезде топырақтың гидроморфизм және тұздану процестері күшеюде.

Теңіз суының жел қайыру құбылысы топырақ түзілу процестерінің бағытына нақтылы әсерді етеді, ол жағалаудың біраз учаскесінің су басуына себепші болады. Жел қайыру процестерінің рөлі әсіресе төмен жағалауларда белсенді көрінеді. Сонымен бірге, бедердің оң пішіндері жартылай шайылады және тұзданады, ал сулардың тұрып қалуы және кейіннен олардың булануынан бедердің кері элементтерінде тұз жинақталу процесі байқалады. Сондықтан да, топырақ грунттары мұнда өте жоғары тұздану дәрежесіне ие. Теңіз маңындағы жазықтар топырақтары грунттың шектен тыс ылғалдануы және қарқынды булануының нәтижесінде қалыптасады. Осының нәтижесінде тұз жиналу процесінің дамуы орын алып, және тұзданған гидроморфты топырақтар қалыптасады. Теңіз шөгінділері құрамында қалдық тұздардың айтарлықтай мөлшері кездеседі. Сол тұздар геохимиялық өзгерулер мен миграция нәтижесінде үнемі топырақтың тұз қорын толықтырып отырады. Одан басқа, топырақта, әсіресе жағалық жолақта, тұз тасымалдаушы рөлін таяз шығанақтар мен қолтықтардағы Каспий суы атқарады. Теңіз жағалауында грунт ағыны көп жерлерде теңізден құрлыққа қарай бағытталған. Минералды теңіз суы булану арқылы топырақта тұз балансын ұстап тұрады. Соның нәтижесінде резерват аумағының теңіз жағалауындағы топырақ жамылғысында тұздалған гидроморфты топырақтар кеңінен таралған. «Ақжайық» МТР топырақ жамылғысына кешенділік тән. Тұздану, дефляция сияқты процестер кең етек алған [1].

Резерват аумағы ботаникалық-географиялық аудандастыру бойынша Сахара-Гоби шөл облысына, иран-тұран подоблысына, солтүстік-тұран провинциясына, батыс-солтүстік тұран подпровинциясына жатады. Жел айдау-жел қайыру процесі «Ақжайық» МТР өсімдік жамылғысының қалыптасуына тікелей әсер етеді, Жайық өзенінің су тасуы және топырақ жағдайларының әртүрлілігімен сипатталады. Сондықтан да, өсімдік құрылымы мен бірлестіктерінің түрлік әртүрлілігі тұрақсыздығымен және әлсіз қалыптасқандығымен ерекшеленеді. Бұл құрлықтың салыстырмалы жастығымен және топырақ грунттарының ылғалдылықтарының оқтын-оқтын ауысып тұруымен және шайылу режиміндегі гидроморфты топырақтардың тұздылығымен байланысты.

Резерват аумағында өсімдік құрылысы айқын белдеулік сипатқа ие. Жел айдау-жел қайыру зонасындағы маршты сортаңдарда жыңғылды-бізбелдікті өсімдік жамылғысы кездеседі. Ары қарай грунт сулары жақын жатқан жерлерде, бұталар мен жартылай бұталар кездесетін ажырық және ақмамықты галофитті шалғындар таралған. Теңізден қашықтаған сайын және грунт суларының деңгейі төмендеген сайын өсімдік бірлестіктері жусанды-астық тұқымдасты және жусанды-жыңғылды-астық тұқымдасты, бұталы-бір жылдық сораңды, ал резерваттың шығыс бөлігінде – мортықты бірлестіктерге ауысады. Өсімдік құрамы жауын-шашын немесе жел қайыру салдары нәтижесінде көрініс беретін су басулардың қарқындылығына қарай әр жылда өзгеріп отырады, сондай-ақ, оған мал жайылудың қарқындылығы, техногенді және басқа да факторлар ықпал етуі мүмкін. Жауын – шашын мол түскен жылдары бір жылдық сораңдар мен эфемерлер жақсы өседі.

Жел қайыру процесі байқалатын жылдары тамырлы астық тұқымдастар (көбіне құрақ, ажырық ақмамық), біржылдық ақ сора және сирек бір аналықты жусандар жақсы дамиды, дегенмен өсімдік жамылғысының түрлеріне біршама тұрақты болып сораңдардың көпжылдық және бұталы түрлері, ең бастысы сарсазан, сорқаңбақ және қарабарак жатады.

Теңіз деңгейінің жоғарылауы және Жайық өзенінің су режимінің нәтижесінде Жайық өзені атырауының төменгі бөлігіндегі суармалы жыртылған жерлер мен лимандардың үлкен ауданын су басқан, ал солтүстікке қарай жыртылған жерлер тыңайған егіндікке айналған.

Атыраудың көп бөлігі қазіргі кезде су астында қалды, соңғысының әсерінен жаңакаспийлік трансгрессия мен құрлық бөлігі жасанды дамбамен бөлінген. Осыған байланысты атыраудың көп бөлігінде гидроморфты сулы-батпақты өсімдіктер кездеседі. Теңіз суының жел қайыру құбылысы салдарынан өсімдіктердің галофиттенуі байқалып, топырақтардың тұздануы жүруде.

Жел айдау-жел қайыру процестері Жайық өзені атырауының су циркуляциясына айтарлықтай әсер етеді, әсіресе аралық маусымда, себебі ол кезде теңіздің тұзды сулары Атырау қаласына дейін көтеріледі. Теңіз деңгейінің көтерілуі мен грунт суларының тұздануы нәтижесінде өзеннің жоғары жайылмасындағы ағаш өсімдіктері жойылады.

«Ақжайық» МТР-нда аквальды жүйе өсімдігі, макрофит-гидрофит, қазақстандық су жаңғағы өседі. Ол құрақ нуы арасында кездеседі. Су жаңғағы өзінің өсу ортасына жету қиындығынан жойылу қаупінен біршама қорғалған. Соған қарамастан, Каспий теңізінде болып тұратын жел айдау – жел қайыру құбылыстарының оның популяциясы да кері әсерін тигізуде.

Сондықтан, сирек және құрып бара жатқан түрлерді сақтау үшін, резерват аумағында табиғатты қорғаудың идеялары мен әдістерін популяризациялап, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға бағытталған шараларды үзбей жүзеге асыруы керек [2].

Каспий теңізі және теңіз жағалауымен байланысты кез-келген мәселелерді шешу кезінде бірінші орынға оның деңгейінің ауытқу мәселесін қою керек (жел қайыру – жел айдау құбылыстарын ескере отырып), себебі деңгейлік режим басқа міндеттерді шешу барысындағы шараларды дұрыс таңдауға себепші болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Атлас водно-болотных угодий Казахстана (демонстрация на трех глобально значимых водно-болотных угодьях) – Астана, 2009. – С. 14-16.
2. Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана (Дельта реки Жайык и прилегающее побережье Каспийского моря). – Астана, 2007. – С. 90-117.

Институт географии, Алматы

ВЛИЯНИЕ СГОННО-НАГОННЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «АКЖАЙЫК»

К.Б. Егембердиева

В статье рассмотрены сгонно-нагонные явления на территории государственного природного резервата «Акжайык». В результате анализа выявлено влияние сгонно-нагонных явлений на экосистему территории и приведены его характеристики. Показана необходимость подготовки природоохранных мероприятий.

УДК. 551.87

РАССЕЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В ЮЖНОМ ПРИАРАЛЬЕ В НЕОЛИТЕ И ДРЕВНИЕ ДЕЛЬТЫ АМУДАРЬИДоктор геогр. наук Г.Н. Трофимов
Ю.Г. Трофимова

Рассматриваются вопросы расселения человека в древних дельтах Амударьи. С учетом датировок древних поселений человека дана оценка времени функционирования Акчадарьинских (Южной и Северной) и Сарыкамышской дельт. Даны оценки стока голоценовой Амударьи по числу основных проток дельт.

Древний человек всегда селился по берегам рек и озер. Особенно привлекательны были для него устьевые (дельтовые) участки рек, где древний рыболов и охотник находил добычу, а позже древний земледelec имел достаточно плодородные земли и воду для орошения полей, используя многочисленные протоки рек. Человек покидал обжитые места, в основном, в двух случаях – когда прекращался сток рек и когда дельты затоплялись за счет повышения уровня воды в водоемах (морях и озерах).

Одним из характерных в этом отношении районов является территория дельты Амударьи. Проблема нижнего течения Окса (древней Амударьи), изменение водности Аральского моря и озера Сарыкамыш, вопросы заселения древних дельт реки, развития земледелия в Приаралье рассматриваются в многочисленных работах по этому региону [1, 3, 5, 7].

Как отмечают многие исследователи, проблемы региона тесно связаны со стоком Амударьи, миграцией русел в нижнем течении этой самой большой реки Средней Азии, с изменениями климата и стока рек за длительные периоды времени и, наконец, с состоянием основных водоемов этого района (Арала и Сарыкамыш).

К настоящему времени можно считать точно установленными периоды функционирования древних дельт Амударьи, достаточно уверенно оцениваются трансгрессивные и регрессивные стадии Арала и Сарыкамыш, причины и время функционирования русла Узбоя. Получены оценки стока древней реки и водного баланса двух основных водоемов Южного Приаралья. На основании местоположения древних поселений уточнены границы древнего Сарыкамыш с неолита до средневековья [7, 9].

В данной работе мы попытались дать оценку времени функционирования древних дельт Амударьи на основании динамики древнего населения в этом районе. Как известно, с конца плейстоцена и в течение всего голоцена Амударья последовательно формировала три дельты – самую древнюю Акчадарьинскую, Присарыкамьшскую, функционирующую, в основном, в средние века, и самую молодую – Приаральскую. Прежде чем перейти к описанию выполненной нами работы и ее результатам отметим, что временные границы образования этих дельт и периоды их функционирования определялись ранее несколько приближенно. Также, следует отметить, что, к примеру, в работах А.С. Кесь прослеживается тезис о одновременности функционирования двух дельт Акчадарьи – Южной и Северной. Она пишет: «если в эпоху раннего кельтеминара (4...5 тыс. до н.э.) люди в северной Акчадарьинской дельте, видимо, не жили, то в эпоху позднего кельтеминара (3...2 тыс. до н.э.) начинается процесс ее заселения» [3].

Нами, на основании карты археологических памятников, построенной Б.В. Андриановым по данным С.П. Толстова и карты-схемы, приведенной в монографии А.В. Виноградова, а также с использованием геоморфологического описания этого региона, выполненного А.С. Кесь, сделана попытка оценить время функционирования древних дельт Амударьи [1, 3, 5].

В пределах исследуемой территории археологами открыто 326 исторических памятников, не считая отдельные находки керамики, мазары, караван-сарай, отдельные укрепления и пр. На основании, этого материала были построены гистограммы распределения населения по дельтам начиная с неолита до позднего средневековья (рис. 1).

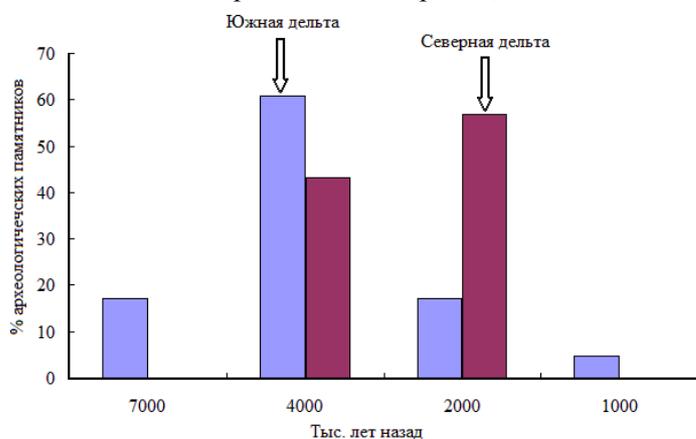


Рис. 1. Изменение числа поселений (% от общего числа) в Южной и Северной дельтах Акчадарьи.

Как видно (рис. 1), сначала в неолите (7...8 тыс. л.н.) была заселена Южная дельта Акчадарьи – более 17 % памятников, расположенных здесь, относятся к раннему неолиту. Расцвет поселений человека в пределах этой дельты (более 60 %) относится к эпохе бронзы (4...3 тыс. л.н.). Ко времени античности, жизнь в пределах дельты затухает, обнаружено и описано примерно 17 % поселений и в средние века в пределах Южной дельты открыто менее 5 % исторических памятников. Первые поселения древнего человека в пределах Северной дельты Акчадарьи относятся к 4...3 тыс. л.н., а наибольшее число древних памятников относится ко второму тысячелетию.

Совершенно иная картина распределения во времени исторических памятников этих эпох прослеживается для Присарыкамьшской дельты (рис. 2). На этом рисунке для сравнения приведены сведения о распределении древних памятников в обеих дельтах (Акчадарьинской и Сарыкамьшской). Видно, что число поселений в пределах Акчадарьинских дельт в средние века резко сокращается, а в пределах Сарыкамьшской дельты с античности к средним векам число поселений увеличивается практически вдвое. Отметим, что небольшая доля памятников неолита, отнесенная нами к территории Сарыкамьшской дельты, располагалась частично в прибрежной части озера, а частично в верхнем течении Узбоя.

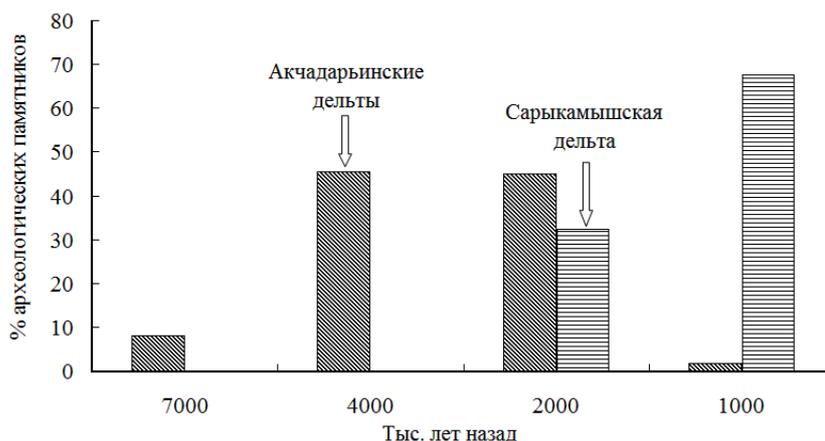


Рис. 2. Изменение числа поселений (% от общего числа) в пределах Сарыкамьшской и двух Акчадарьинских дельт.

Таким образом, подтверждая мнение предыдущих исследователей региона о том, что самой древней дельтой Амударьи является Акчадарьинская дельта, мы смогли дифференцировать время функционирования двух ее частей – Южной (с 5...6 тыс. до н.э.) и Северной (со 2 тыс. до н.э.).

По нашему мнению обе эти части следует рассматривать как самостоятельные, разные по времени образования, функционирования и обводненности, древние дельты Амударьи.

Итак, из двух Акчадарьинских дельт более ранняя – Южная была обводнена, как минимум, с раннего неолита до средних веков. Сток по рукавам Северной Акчадарьинской дельты осуществляется несколько позднее. Судя по заселенности Южной дельты вплоть до средневековья, эта дельта продолжала обводняться, но, видимо, в меньшей степени, т.к. сток реки в это время не доходил до Северной дельты.

Практически с бронзы орошается Сарыкамышская дельта, и видимо, какое-то время функционируют обе дельты Амударьи. Пик заселенности Сарыкамышской дельты приходится на средние века, а время начала ее обводнения, видимо, следует отнести к позднему неолиту, когда уровень Сарыкамыша был наибольшим. С античности (2 тыс. лет назад) функционируют все протоки этой дельты.

Картина развития ситуации с функционированием древней Амударьи была бы не полной, если ничего не сказать о русле Узбоя. Известно, что сток воды по этому руслу был в трансгрессивные фазы Арала, когда существовал общий Арало-Сарыкамышский водоем, и позже в периоды, когда река, заполнив относительно небольшой по объему Сарыкамышский водоем, часть стока сбрасывала в Арал.

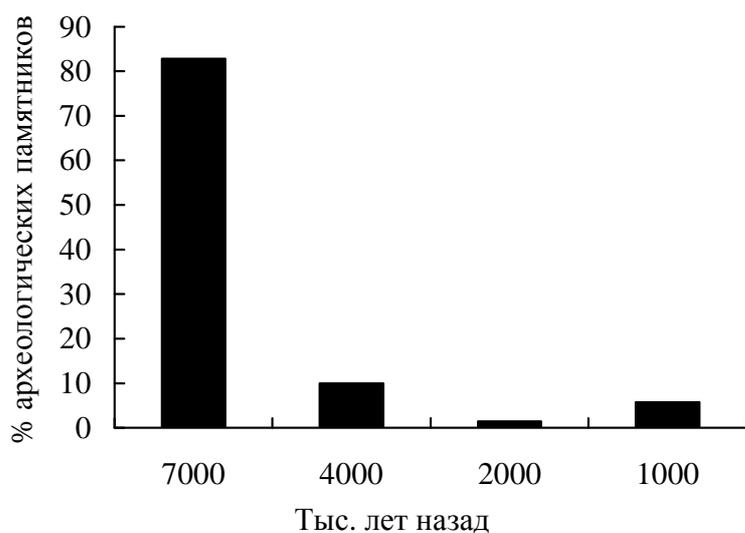


Рис. 3. Изменение числа поселений (% от общего числа) по руслу Узбоя.

В результате наполнения Сарыкамыша до отметок 52...53 м возник сток по Узбою. Как видно (рис. 3), по этому руслу сток воды происходил с неолита. К античным временам сток затухал, а в средние века, по мнению А.С. Кесь, сток по Узбою возникал лишь эпизодически. Здесь вновь сошлемся на мнение А.С. Кесь, что в неолите Узбой был полноводным и имел постоянное течение, а в бронзовом веке, примерно с 1 тыс. до н.э. поток воды по этому руслу затухает. В средние века сток по Узбою возобновлялся в 14...15 вв., когда в результате военных действий были разрушены дамбы на Амударье, был переполнен Сарыкамыш и произошел сброс воды из озера по руслу Узбоя [2].

Очевидно, что основной причиной изменения гидрографической сети в низовьях Амударьи были изменения климата и стока реки. Представляется, что при высоких трансгрессивных уровнях моря, приходящих на 6...5 тыс. до н.э. [3, 8, 9], подпор воды на устьевых участках реки привел к формированию русла, так называемого «коридора» и стока воды по Чокалакской ложбине. Свидетельством подпора воды на протоках Южной Акчадарьи являются затопленные русла, отмеченные на карте А.С. Кесь. Таких русел в средней части дельты не менее 5...6. Имеются и прямые свидетельства чередования функционирования древних дельт Амударьи. Так, раннеолитические стоянки Джанбас-4 и другие (южная Акчадарья) С.П. Толстов и А.В. Виноградов относят к 5...4 тыс. до н.э. Неолитические же стоянки Таджикизган, расположенные по берегам «коридора» относятся к 3...2 тыс. до н.э. Более ранних стоянок в пределах «коридора» не обнаружено.

Наряду с вопросами миграции древних русел Амударьи интересен вопрос об изменении ее стока. Оценки стока в пределах древних дельт этой реки выполнялись по различным материалам Э.Д. Мамедовым, Г.Н. Трофимовым, Г.Е. Глазыриным и Ф.Я. Артыковой [6, 8]. Нами по данным И.В. Самойлова, В.Н. Михайлов, М.М. Рогова, А.А. Чистякова, В.Л. Шульца [2, 4, 10], получены связи между числом основных протоков дельт и среднегодовыми расходами воды (рис. 4).

Эту связь можно выразить в виде

$$Q = 76,3 \cdot \ln(N) - 89,8,$$

где Q – среднегодовой расход реки ($\text{м}^3/\text{с}$), N – число основных протоков дельт.

Согласно геоморфологическим картам А.С. Кесь, суммарно для двух Акчадарьинских дельт число основных протоков равно 16, а для Сарыкамышской дельты – 7. Тогда среднегодовые расходы древней Амударьи в раннем

неолите (примерно 7 тыс. л.н.), были больше современных (до 1961 г.) в 1,8...1,9 раза. Расходы реки в более поздние времена (5...4 тыс. л.н.) были больше современных в 1,1...1,2 раза. Отметим, что близкие оценки стока древней реки получены Э.Д. Мамедовым и Г.Н. Трофимовым для ранне-среднеголоценовой Амударьи (Акчадарьинские дельты) и Г.Н. Трофимовым и Ф.Я. Артыковой (Присарыкамьшская дельта) [3, 7, 11].

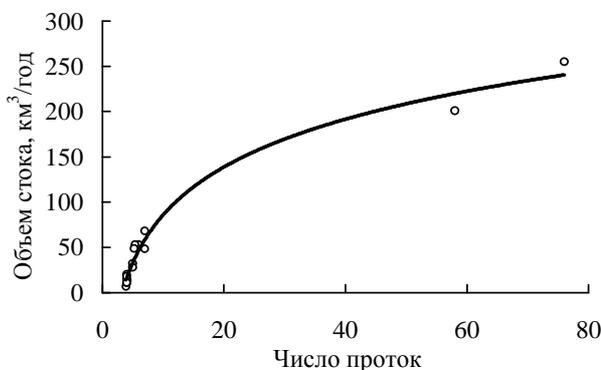


Рис. 4. Связь годового стока воды с числом основных протоков дельт.

Итак, на основании картины расселения древнего человека удалось достаточно уверенно дифференцировать время функционирования двух древних дельт Амударьи – южной Акчадарьинской и северной Акчадарьинской. Достаточно убедительно на основании древних поселений человека определено время функционирования Присарыкамьшской дельты и древнего русла Узбоя. По числу основных протоков получены оценки стока древней Амударьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов А.В. Древние охотники и рыболовы Среднеазиатского междуречья. – М.: Наука, 1981. – 172 с.
2. Кесь А.С. Геоморфологическая характеристика Узбоя // Тр. Второй сессии АН Туркменской ССР. – Ашхабад: Илим. – 1952. – С. 22-27.
3. Мамедов Э.Д., Трофимов Г.Н. Миграция и сток древних рек в пустынях Средней Азии // V Всесоюзное совещание по четвертичной геологии. Тезисы совещания. – Уфа. – 1981. – С. 35-37.
4. Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А. Речные дельты (гидролого-морфологические процессы). – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 279 с.
5. Низовья Аму-Дарьи, Сарыкамьш, Узбой (история формирования и заселения) / Под ред. С.П.Толстова. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – 347 с.

6. Рогов М.М. Гидрология дельты Амударьи. – Л.: Гидрометеоздат, 1957. – 453 с.
7. Самойлов И.В. Устья рек. – М.: Географгиз, 1952. – 526 с.
8. Толстов С.П. По древним дельтам Окса и Яксарта. – М.: Изд-во Восточной литературы, 1962. – 321 с.
9. Трофимов Г.Н. Палеоклиматическая ситуация, сток древних рек и водный баланс Арала в позднем плейстоцене и голоцене // В сб.: «Арал: история исчезающего моря». – Душанбе, 2003. – С.62-84.
10. Трофимов Г.Н., Артыкова Ф.Я. Аральское море в позднем плейстоцене и голоцене (водно-балансовые расчеты) // Четвертичный период: методы исследования, стратиграфия и экология. Тезисы совещания. – Таллин: Изд. АН Эстонии. – 1990. – 140 с.
11. Трофимова Ю.Г. Разновозрастные дельты Амударьи // Магистратура талабаларининг илмий ишлари туплами (геология ва география).- Тошкент, 2004. – С. 260-262.
12. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 690 с.
13. Glazirin G.E., Trofimov G.N. Climate change in Central Asia during last two millennia and its hydrological evidence // Geothermal Dendrochronological Paleoclimate Reconstruction across Eastern Margin of Eurasia. Proceedings 2002 International Matsuyama Workshop, 2002.- P.144-145.

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, г. Ташкент

АДАМДЫ ОҢТҮСТІК АРАЛҒА, НЕОЛИТКЕ ЖӘНЕ ЕЖЕЛГІ АМУДАРИЯ АТЫРАУЛАРЫНА ҚОНЫСТАНДЫРУ

Геогр. ғылымд. докторы Г.Н. Трофимов
Ю.Г. Трофимова

Адамды ежелгі Амудария атырауларына қоныстандыру сұрақтары қарастырылады. Адамның ежелгі қаныстану мерзімін есепке ала отырып Ақшадарын (Оңтүстік және Солтүстік) және Сарықамыс атырауларының жұмыс жасау уақытын бағалау берілген. Атыраудың негізгі тармақтарының саны бойынша Амударияның голоцендік ағымы бағалған.

ӘОК 551.54

**МАҢҒЫСТАУ ТҮБЕГІ КАРСТТЫҚ ҮРДІСТЕРІНІҢ
ДАМУ ҚАУІПТІЛІГІ**

А.А. Беккулиева

Мақалада адам өмірі мен шаруашылығына елеулі зиян келтіріп, экологиялық қауіп тудыратын үрдістердің бірі – карсттық үрдістердің Маңғыстау түбегінде дамуы қарастырылған. Сонымен қатар, үрдістің қауіптілік дәрежесіне баға берудің нәтижесінде «Маңғыстау түбегі карсттық үрдістерінің даму қауіптілігінің дәрежесі» картасы құрастырылды.

Қазіргі жетекші бедертүзуші үрдістерді зерттеу мен картографиялау кезінде белгілі бір жағдайларда адам өмірі мен шаруашылығына залалын тигізіп, экологиялық қауіп тудыратын үрдістерге көп көңіл бөлу қажет. Карсттық үрдістер сондай қауіпті үрдістердің бірі болып саналады. Яғни карст дегеніміз: «...суда ерігіш тау жыныстарында пайда болатын табиғи үрдістер және құбылыстардың даму жиынтығы. Құбылыстардың ішінде басты рөлді химиялық еру үрдісі алады, нәтижесінде геологиялық үрдіс – тау жынысының сілтсіздену үрдісі орын алады» [2]. Карсттық үрдістер су өткізгіш тау жыныстары мен агрессивті сулардың негізінде дамиды. Карсттың белсенділігі бірнеше факторларға байланысты. Соның ішінде климат, тектоника, тау жыныстарының суда ерігіштік қасиеті мен судың еріткіш қасиеттері негізгі болып саналады. Карсттық үрдістер осы негізгі жағдайлар туындаған кезде жер бедер түзуде белсенді орын алады. Табиғи сулардың еріткіш қасиеті оның тұзды құрамы мен көлеміне байланысты. Карсттық үрдістердің даму жылдамдығы инфильтрацияланатын су мөлшері, жер бедері мен тау жыныстарының литологиялық құрамы мен қалыңдығына байланысты.

Қазақстан климатының шұғыл континенттілігі мен жауын-шашынның аз мөлшеріне қарамастан карсттық үрдістер кеңінен таралған. Карсттық үрдістердің даму ауданы Республика ауданының 31,5 % алып жатыр [1]. Сондықтан да карсттық үрдістерді, олардың динамикасын зерттеу мен карстанған территориялардың тұрақтылығын қатайту

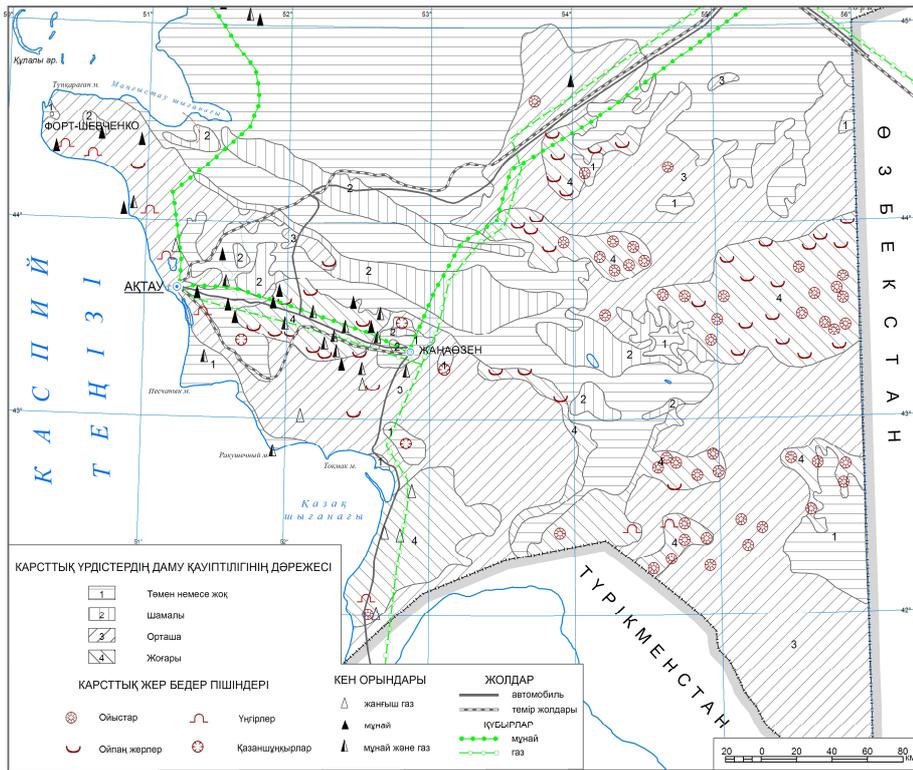
жөніндегі ұсыныстарды дайындау, қолайсыз карсттық үрдістердің дамуын болжау арқылы оларды басқара отырып, қорғана білу өте қажет.

Карст карсттық ұңғымалар, ойыстар, үңгірлер, тау-кен орындары мен бұрғылау скважиналарымен ашылған қуыстар түрінде көрініс табады. Карсттың микро- және мезоформалары: каррлар, ұяшықтар, нишалар, карстанған жарықшалар, шұңқырлар жеке дара дамып, одан да ірі қуыстарға келіп қосылады. Олардың көбісі Үстірт кертпештерінде, төбе беткейлерінде, ойыс пен ойпаң қабырғаларында дамиды.

Карсттық үрдістердің кең таралған аумақтарының бірі – Маңғыстау түбегі. Бұл аумаққа 1967...1971 жж. және 2008...2010 жж. зерттеу жүргізіліп, алынған мәліметтер мақаланың жазылуына негіз болған. Карсттық үрдістер картасында штриховкамен үрдістің даму дәрежесі: 1 – төмен немесе жоқ; 2 – шамалы; 3 – орташа; 4 – жоғары деп белгіленіп, карстқа төзімді территориялар көрсетілген, сондай-ақ ойпаңдар мен ойыстар, үңгірлер, қазаншұңқырлар сияқты карсттық формалар жеке белгілермен көрсетілген (сурет). Берілген территория аумағында табиғи және антропогендік факторлардың әсерінен карсттық үрдістердің даму ерекшеліктеріне байланысты аудандастыру жүргізіліп, зерттелу аумағы бір карсттық облыс – Тұран жазығы, оның ішінде 3 ауданға жіктелген: Таулы Маңғыстау, Жазықтық Маңғыстау және Үстірт.

Таулы Маңғыстау. Қаратау, Солтүстік және Оңтүстік Ақтау жоталарынан құралған. Таулы Маңғыстау – солтүстік-батыс бағытта созылып жатқан мегаантиклиналь. Оның ядросын пермь-триастың метаморфозға ұшырап, дислокацияланған жыныстары (күмдақтар, сланец) құраса, құрылыс канаттарындағы юра, бор, палеоген жыныстары азырақ дислокацияланған. Карбонаттық ерігіш жыныстар жоғарғы бор және эоцендік шөгінділер құрамына кіреді. Бор шөгінділерінде карст күм мен қиыршық тастармен толтырылған жарықшак, карниз, нишалар, үңгірлер мен ойпаң жерлер түрінде көрініс табады. Эоценнің әктастарына жарықшақтық пен кеуектік тән келеді. Қуаң климат жағдайында Таулы Маңғыстауда карсттық үрдістердің белсенділік дәрежесі төмен, оның қауіптілік дәрежесі шамалы болады.

Жазықтық Маңғыстау абсолюттік биіктігі солтүстік-шығыстан оңтүстік-батысқа қарай 270 м-ден 50 м-ге дейін азаятын Оңтүстік Маңғыстау ойпаңына жанасқан, Каспий теңізінің шығыс жағалауында Таулы Маңғыстаудан оңтүстікке қарай орналасқан үстірт. Мұндағы ежелгі қатпарларға пермь, триас, юра жүйелерінің және де бор жүйесінің жоғарғы бөлігінің төменгі бөлігі мен төменгі сатысы жатады.



Сурет. Маңғыстау түбегі карсттық үрдістерінің даму қауіптілігінің дәрежесі картасы.

Олар негізінен карсттанбайтын жыныстардан құралады, кейде арасында әктастар кездесіп қалады, мұның өзі ежелгі карст дамуын дәлелдейді. Жоғарғы бор және эоцен кезеңінің локалдық карбонаттық жыныстарында тек жеке-дара жер беті және жерасты бедерлері байқалады. Карсттық құбылыстар негізінен миоцен және төменгі плиоценнің сармат, мэотис және понт ярустарының тазалығы жоғары (ерімейтін заттар құрамы – 0,5...4 %) әктастармен, ұлутас-әктастармен, оолит әктастармен және мергельдермен сипатталады. Карсттық үрдіске ұшырайтын жыныстардың ішінде карбонаттық жыныстар негізінен әктастар, одан кейін мергельдер, бор және әктасты құмдақтар басым болып келеді. Жазықтық Маңғыстау территориясының көп бөлігінде карсттық жыныстар қалыңдығы 0,5 м-ден 3,0 м-ге жететін элювиймен көмкерілген. Үстірттің жағалаулық жартастарында, ірі ойыстардың қабырғалары мен түптерінде карсттық жыныстар ашылған, мұнда жалаңаш (ашық) карст кездеседі. Үстірттің жағалаулық бөлігінде әктастардың бетін борпылдақ су өткізгіш теңіздік шөгінділер: қалыңдығы 2...20 м болатын құмдар,

құмдақтар мен ұнтақтар жауып жатыр, мұнда коррозиялық-опырылма ойыстар мен ойпаңдар жиі кездеседі. Бұл карсттың бірін-бірі жабатын түрі. Карбонаттық жыныстардағы карсттық формалар әр алуан: микро-және мезоформалар (карлар мен сота, ниша, ұяшықтар) жеке дара өмір сүруімен қатар ірі карсттық формаларға жанасады. Осылардың ішінен кең таралғаны ойыстар (коррозиялық, коррозиялық-опырылма) мен ойпаңдар, ойыстар мен ойпаңдардың үлкейіп бір-біріне қосылуынан пайда болатын қазаншұңқырлар сирегірек кездеседі [5].

Карсттық-дефляциялық қазаншұңқырлар карсттық ойыстардың тереңделіп, түбінде саздық шөгінділер ашылып, дефляция басты рөл ойнай бастаған шақта пайда болады. Ең ірі қазаншұңқырлардың тереңдігі бірнеше ондаған метрден 400 м және ауданы 30...500 м² дейін жетеді. Олардың қабырғалары тік жартасты, ал түптері көбінесе сорға айналып жазық болып келеді. Мұндай қазаншұңқырлар локалдық құрылыстардың оң пішіндеріне жанасып келеді, олардың пайда болуының негізгі себебі карст болып табылады. Эолдық, эрозиялық, суффозиялық үрдістер мен тұздық дефляция бұл қазаншұңқырлардың ары қарай дамуына себеп болған [3]. Эктастардың сілтісізденуінен пайда болатын карсттық микро-және мезоформалар қазіргі уақытта да қазаншұңқырлардың кенеюінде белсенді орын алады. Үстіртте, әсіресе қазаншұңқырлар маңдарында карсттық-эрозиялық жырлар көп кездеседі. Үстірттің жағалық жарларында көптеген карсттық-абразиялық үңгірлер мен нишалар пайда болған. Үңгірлер карсттық ойпаңдардың түптерінде сирек кездеседі. Сауыр елді мекенінің маңында сармат эктастарында карсттық ойпаңдарға жанасқан екі кішігірім карсттық көл пайда болған.

Жерасты карстының пайда болуы екінші дәрежелі кеуектік (35...40%), борпылдақтық пен жарықшақтардың ашылып кенеюімен сипатталады. Бұрғылау снарядтарының жерастына құлауы, скважиналарды бұрғылау кезінде ерітіндінің толық жұтылуы жерасты қуыстарының бар екендігін растайды. Жазықтық Маңғыстаудағы жерасты карсты туралы мағлұмат өте аз. Көбінде карбонаттық жыныстар карсттанатын Жазықтық Маңғыстауда карсттық үрдістердің көрініс табу дәрежесі төмен және шамалы. Мұнда карсттық үрдістердің қауіптілігі төмен және шамалы типтері орын алған.

Карбонаттық карст типінен басқа үстірттің оңтүстік және оңтүстік-шығыс бөлігінде сульфаттық және карбонаттық-сульфаттық карст типтері дамыған. Сульфаттық карст Қарынжарық қазаншұңқырының оңтүстік

бөлігінде миоценнің тортондық ярусының гипстерінде дамыған. Шағаласор қазаншұңқырының айналасында жалаңаш және элювийастылық карсттың кезектесіп келуі байқалады. Қарынжарық қазаншұңқырының оңтүстігі мен қиыр оңтүстік-шығысында тортон ярусының гипстерін элювий жауып жатыр, мұнда сульфаттық элювий астылық карст дамыған. Қарынжарық қазаншұңқырының оңтүстік бөлігінде төрттік эолдық құмдармен жабылған (карсттың жабылған түрі) гипстер бар. Мұнда коррозиялық-опырылма, сирегірек коррозиялық-суффоизондық ойыстар дамыған. Сульфаттық және карбонаттық-сульфаттық жыныстардағы карсттық формалар «жаңа» опырылма ойыстардың көптігімен ерекшеленеді. Сондай-ақ, онша терең емес (40...50 м) опырылма шахталардың гипстің тез ерігіштігінен ойыстарға айналатындығы жиі көрініс табады. Қарынжарықтың оңтүстік бөлігі мен әсіресе Шағаласордың айналасында карсттық үрдістердің өте қауіпті типі анықталған бөлік белгіленген.

Үстірт – абсолюттік белгісі солтүстік-шығыста 350 м-ден оңтүстік-батыста 40 м-ге жететін, Оңтүстік-Үстірт еңістігіне жанасатын құрылымдық үстірт. Оның ең еңіс бөлігі – Ассаке-Аудан қазаншұңқырының солтүстік қанаттары – тік, ал оңтүстік қанаттары – еңістеу болып келеді. Үстірт оңтүстік-шығыс бөлігінен басқа жақтары биіктігі 15 – 300 м болатын тік жартасты кертпештермен қоршалған. Карсттық құбылыстар палеогеннің саздақты жыныстарында жататын неоген шөгінділерімен байланысты. Үстіртте өте борпылдақ, кеуекті ұлутас және оолит әктастары басым төменгі сармат шөгінділері кең таралған. Орта сармат әктастары аз ғана аумақтарды алып жатыр, ал жоғарғы сармат әктастары Үстірттің оңтүстік-батыс бөлігінде кішігірім алаптарды алып жатыр. Сармат әктастарының жалпы қалыңдығы 30 м-ден 100 м-ге дейін жетеді. Солтүстік Үстірттің батыс бөлігінде қалыңдығы 8...15 м болатын понт ярусының әктастары (мергель мен саз қабаттары аралас ұлутас және оолит әктастары) біраз ауданды алып жатыр. Карстанған неоген шөгінділері жоғарғы қабаттан бастап қалыңдығы 2...6 м болатын қиыршық тас аралас құмдақтардан тұратын элювий қабымен жабылған. Үстірттің оңтүстік бөлігі – Ассаке-Аудан қазаншұңқырында неоген шөгінділерінің құрамында гипстер де кездеседі. Мұнда карст түзілуінің жоғарғы белсенділігі байқалады. Үстіртте қазіргі карст денудациясының жылдамдығы – $0,8 \text{ м}^3/\text{жылына км}^2$ [5]. Үстіртте карст формаларының әр алуан түрлері кездеседі: ойыстар, ойпаңдар, карлар, құдықтар, опырылмалар мен үңгірлер, қазаншұңқырлар, өзен аңғары тәріздес ойыстар, карсттық-эрозиялық

жырлар. Ең ірі карст формалары төменгі плиоценде пайда болған. Көптеген жаңа опырылмалар бұрынырақта қалыптасқан қуыстардың құлауынан пайда болған. Сондай опырылмалардың нәтижесінде көптеген үңгірлер ашылған [4]. Қазіргі карсттық формаларға табақтәріздес ойыстар, осы күні терендеп жатқан ойпаңдар, түптері тегіс қазаншұңқырлар мен карсттың басқа да микроформалары жатады. Қарынжарық қазаншұңқырынан оңтүстік-шығысқа қарай карсттық үрдістердің көрініс табу дәрежесі өте жоғары, ал басқа территорияда – шамалы. Карсттық процестің қауіпті дәрежесі Ассаке-Аудан қазаншұңқырында белгіленген. Мұнда карбонаттық карстпен қатар сульфаттық (гипстік) карст түрі дамыған.

Сөйтіп, осы күні Маңғыстау түбегінің адам баласымен белсенді игеріліп жатқан аудандарындағы қауіпті карсттық үрдістерді зерттеу, олардың қазіргі және болжамдық жағдайын ескеру қажеттігі артып отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Акиянова Ф.Ж., Потапова Г.М., Нурмамбетов Э.И. и др. Опасность карстовых процессов. Республика Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология / Под ред. Н.А. Искакова, А.Р. Медеу. – Алматы, 2006. – 67 с.
2. Гвоздецкий Н.К. Проблемы изучения карста и практика. – М.: Мысль, 1972. – 391 с.
3. Гохштейн В.И., Тэн М.С. О происхождении бессточных впадин степного Мангышлака // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1967. – № 4. – С. 80-83.
4. Потапова Г.М. Карст южного Мангышлака и Устюрта: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Алма-Ата, – 1971. – 25 с.
5. Чикишев А.Г. Карст Устюрта и Мангышлака. // Землеведение. – М.: 1971, – Т. 9 (49). – С. 165-191.

Институт географии, Алматы

ОПАСНОСТЬ РАЗВИТИЯ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПОЛУ-ОСТРОВЕ МАНГЫСТАУ

А.А. Беккулиева

В статье рассмотрена опасность развития карстовых процессов на полуострове Мангыстау, которые при определенных условиях могут создать экологическую угрозу для человека и его хозяйственной деятельности. Составлена карта «Опасности развития карстовых процессов» и проведено районирование в зависимости от особенностей развития карстовых процессов.

УДК 574.4:333.93

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ В КАЗАХСТАНСКОМ СЕКТОРЕ
КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

В.В. Ким

В статье, основываясь на анализе источников загрязнения воды Казахстанского сектора Каспийского моря, разработана методология расчета допустимой нагрузки на его экосистему.

Общая задача по достижению нормальной экологической обстановки на определенной территории сводится к установлению устойчивого развития в исследуемом районе (регионе) [6]. Таким образом, обеспечение экологической безопасности в Казахстанском секторе или то же самое и в самом Каспийском море сводится к положению о том, что интенсивность процесса разрушения (скорость разрушения) не должна превышать интенсивности восстановления (скорости восстановления) на анализируемом объекте (природном комплексе) [4]. При этом процессы разрушения природных территориальных комплексов включают, как процессы естественного, так и антропогенного происхождения. Восстановление состояния природных комплексов включают процессы самовосстановления и самоочищающуюся способность частей природных комплексов или экосферы любого рассматриваемого уровня.

Общественно-историческая деятельность человека влияет на экологическое состояние биосферы. Анализ естественных процессов показывает, что на Планете происходили значительные изменения и соответственно возникали разные представления об устойчивости природных систем [11]. Если изменения равновесного экологического состояния в биосфере до возникновения человека происходило только под влиянием естественных природных процессов, то после его возникновения естественные процессы протекают еще и под влиянием антропогенной деятельности. Экологическая устойчивость составляющих природной среды зависит от уровня использования природных ресурсов и состояния их загрязнения [3].

Устойчивое развитие описывается следующим образом (<http://ecolife.org.ua/education/agenda/g15.html>):

$$F_i(L, K, P) \leq F_{i+1}(L, K, P), \quad (1)$$

где $F_t(L, K, P)$ – функция потребления в период времени t ; L – человеческий капитал; K – искусственно созданный (физический) капитал, включая средства производства; P – природные ресурсы; $t \geq 0$.

Соотношение (1) указывает на взаимоотношение трех компонентов: физического капитала (оборудование, здания и сооружения); человеческого капитала (инвестиции в образование, исследовательские работы); природного капитала (природные ресурсы). При этом выделяют два понятия устойчивого развития: сильную и слабую устойчивость (это соответствует двум направлениям, которые были названы «экологическим» и «неоклассическим» взглядом на устойчивость).

При слабой устойчивости предполагается взаимозаменяемость вышеперечисленных компонентов общего капитала. То есть, при сокращении запасов природного капитала, он может компенсироваться увеличением запасов человеческого или же одновременно и человеческого, и физического капиталов. Например, при исчерпании всех ресурсов нефти на планете, могли бы использоваться панели солнечных батарей и геотермальная энергетика.

При сильной устойчивости отвергается взаимозаменяемость компонент общего капитала. То есть, некоторые элементы природного капитала ни при каких обстоятельствах не могут быть заменены другими компонентами. Такой элемент природного капитала является критическим природным капиталом. Запас такого критического природного капитала должен быть несокращаемым

$$P_{ct} \leq P_{ct} + 1; P_t = P_{ct} + P_{st}, \quad (2)$$

где P_t – природный капитал; P_{ct} – критический природный капитал; P_{st} – природный капитал, который можно заменить другими компонентами; $t \geq 0$.

В качестве критического природного капитала могут выступать крупные экосистемы. Таким образом, ущерб, нанесенный крупной экосистеме может вызвать мультипликативный эффект и привести к необратимым и не прогнозируемым последствиям с последующим негативным воздействием на условия существования самих людей. Анализ таблицы показывает, что в развитых странах чистые сбережения всегда положительные. То есть потенциал физического капитала все время возрастает. Показатель устойчивости определяется, как разница доли валовых сбережений и сумм доли амортизации (износа) физического капитала и доли амортизации (износа) природного капитала.

В свою очередь, валовые сбережения определяются как разница между валовым национальным продуктом (ВНП) и стоимостью полного потребления. Таким образом, и для государства распространяются те же правила, что и для домашнего хозяйства. Чем меньше потребляете, по сравнению с заработной платой, то тем выше ваше благосостояние. И наоборот, если потребляете больше, чем зарабатываете, то ваше благосостояние падает и в долгосрочном плане такое поведение неустойчиво. Вместе с тем, валовые сбережения должны уменьшаться на величину износа физического капитала (замена оборудования, зданий, инфраструктуры и т.д.). Развитие государства будет устойчивее, если сбережений будет больше, чем изнашивание физического и природного капиталов. То есть, если показатель Z будет больше нуля, то подтверждается наличие слабой устойчивости.

Таблица

Тест на проверку слабой устойчивости [2]

Страна	Доля валовых сбережений в ВНП (S/Y)	Доля амортизации (износа) физического капитала в ВНП ($D1/Y$)	Доля амортизации (износа) природного капитала в ВНП ($D2/Y$)	Показатель устойчивости (Z)
Финляндия	28	15	2	11
Германия	26	12	4	10
Япония	33	14	2	17
США	18	12	4	2

Примечание: S – валовое сбережение; Y – стоимость полного потребления; $D1$, $D2$ – соответственно доля амортизации (износа) физического капитала и доля амортизации (износа) природного капитала; Z – показатель устойчивости.

Экологические индикаторы служат дополнением для оценки устойчивости. В настоящее время, более распространено представление о том, что индикаторы разбиты на типовые блоки: воздействие – состояние – реакция. При этом показатели воздействия (давления) на окружающую среду описываются уровнем антропогенного воздействия (выбросы загрязняющих веществ в атмосферу или сбросы в водоемы; объемы твердых отходов). К показателям состояния окружающей среды относятся качество и количество природных ресурсов (индикаторы: концентрации вредных веществ в окружающей среде; наличие тяжелых металлов в организмах животных, выборка людей, подверженных химическому или радиационному загрязнению – всё это индикаторы состояния окружающей среды).

Показатели реакции характеризуют степень ответа общества на экологические угрозы: индивидуальные и/или коллективные действия, направленные на снижение отрицательной нагрузки на окружающую среду, компенсация экологического ущерба (показатели обустройства новых заповедных территорий, установка конвертеров на автомобили и т.д.).

Нефть оказывает токсическое воздействие на все виды морских организмов (рыб, фитопланктон, бактерии). Если в перспективе будет добываться порядка 80 млн. т нефти и при уровне потерь 0,1 %, то экологическая ситуация в Каспийском море может принять кризисный характер, так как 1 г нефтепродуктов делает непригодным 20 т воды [5, 9].

Основными источниками загрязнения Каспийского моря являются [1, 5, 7, 9, 10]:

1. Вынос загрязняющих веществ с речными стоками. Места поступления загрязняющих веществ с речными стоками на 90 % сосредоточены в Северном Каспии. Ежегодно в бассейн Волги сбрасывается 2,5 км³ неочищенных и 7 км³ условно очищенных сточных вод. В речных стоках обнаружено содержание токсических веществ выше предельно-допустимых концентраций: нефтепродуктов в 8...60 раз; фенолов в 3...35 раз; тяжелых металлов в 3...13 раз.

Основное загрязнение Каспия речными стоками со стороны Казахстана происходит от р. Жайык (Урал). В море поступают ионы тяжелых металлов, концентрация которых превышает предельно-допустимую (ПДК) в 4...12 раз.

Средние значения концентрации загрязняющих веществ и превышение нормативов ПДК в водах р. Жайык за 1990...2005 гг. [9, 10]: медь – 0,004/4,0; цинк – 0,026/2,6; хром – 0,0015/1,5; марганец – 0,020/2,0; нефтепродукты – 0,179/3,6; фенол – 0,001/1,0; СПАВ – 0,171/1,7 (числитель – концентрация вещества в мг/дм³, в знаменателе уровень загрязнения). В то же время, среднее значение концентрации загрязняющих веществ и превышение нормативов ПДК в водах Каспийского моря в пределах Атырауской области за 1990...2005 гг. (мг/дм³): медь – 0,0005/0,5; цинк – 0,005/0,5; хром – 0,009/9,0; марганец – 0,015/1,5; нефтепродукты – 0,114/2,3; фенол – 0,002/2,0; железо – 0,093/1,9.

Анализ качества воды Каспийского моря в различных секторах (Северная часть и акватория, прилегающая к Атырауской области) показывает, что уровень загрязнения практически не отличаются. Поэтому, уровень загрязнения воды по северной части моря можно принимать на одном уровне.

2. Сброс неочищенных коммунально-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных вод с побережья. На побережье Каспийского моря расположено ряд городов и более 220 источников промышленных выбросов. Ежегодно сбрасывается порядка 39 км^3 сточных вод, из которых 8 км^3 содержат более 1000 химических соединений, включая токсичные. Города и поселки городского типа, достаточно интенсивно влияют на состояние прибрежных вод Каспия. С территорий государств Юго-Западной промышленной части Каспийского моря в сутки сбрасывается около 300 млн. м^3 неочищенных стоков и более 100 тыс. м^3 токсинов. С территории Республики Казахстан ежегодно в море поступают различные химические удобрения, используемые в сельском хозяйстве (до 80 % фосфора антропогенного происхождения). Среди них опасными для биоресурсов моря являются пестициды – типа гексахлорциклогексан и другие стойкие органические загрязнители (СОЗ).

3. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. Значительными источниками загрязнения Каспия прибрежными странами являются морские нефтепромыслы. Опыт освоения нефтегазоносных месторождений показывает, что даже при нормативном режиме добычи нефти каждая буровая установка является источником множества загрязнений, в которые входят твердые, жидкие и газообразные компоненты. В среднем в водную среду от одной скважины поступает: нефти – 30...120 т; буровые выработки – 200...300 т; буровой шлам – 150...400 т.

Доля уровня загрязнения Казахстаном каспийских вод нефтепродуктами в последние годы находится на уровне $0,07...0,21 \text{ мг/дм}^3$ (1...4 ПДК), концентрация фенола составляет $0,003...0,009 \text{ мг/дм}^3$ (3...9 ПДК), синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) – $0,008...0,029 \text{ мг/дм}^3$ (1...3 ПДК).

4. Судходство и транспортировка нефти водным путем. Водный транспорт является источником загрязнения морской акватории Каспийского моря, так как при его эксплуатации происходит утечка топлива и сброс промывных вод, содержащих нефть, нефтепродукты и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), в море. Высокий уровень шума от кораблей отрицательно влияет на существование морских животных, происходит оглушение некоторых видов рыб, изменяются миграционные маршруты.

5. Вторичное загрязнение. Новым параметром экологической безопасности в Каспийском регионе является проблема вторичного загрязнения.

Этот процесс связан с поднятием уровня Каспийского моря, что приводит к затоплению промышленных и хозяйственных объектов. Многие токсичные вещества, попадают в море и становятся причиной его вторичного загрязнения. На прибрежной территории Казахстана под угрозой возможного затопления оказались 45 нефтепромыслов, месторождений нефти и газа, среди них уникальные – Тенгизское, Королевское, Каламкас, Каражанбас. Особую опасность представляет эксплуатация нефтяных месторождений, попавших в зону затопления. Это Мартыши, Камышитовое, Жанаталап, Западная Морская Прорва, Теренозек, Ботахан, Карсак и др. Практически все они находятся в воде из-за фильтрации морских вод через дамбы. Полностью затопленными оказались крупнейшие скважины и месторождения нефти – Восточная Кокарна, Тажигали, Прибрежное, Пустынное, Морское. Это является угрозой не только биологическому разнообразию, но и всей экосистеме Каспийского моря. Угрозе существования подверглась и фауна Каспийского моря, где сосредоточено 90 % мировых запасов осетровых рыб, большое количество видов орнитофауны, эндемик – каспийский тюлень.

Таким образом, основными источниками загрязнения акватории Северной части Каспийского моря являются: загрязняющие вещества, поступающие со стоком материковых вод; загрязнение моря через атмосферный воздух; аварии и катастрофы судов; фильтрационные воды; непосредственный сброс сточных вод в само море (рис.).

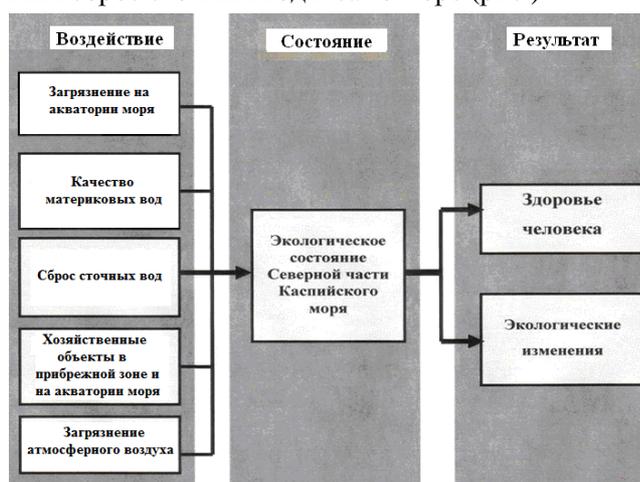


Рис. Взаимосвязь процессов: воздействие – состояние- результат при разрешении проблем охраны окружающей среды в Казахстанской части Каспийского моря.

Поэтому основное уравнение, выражающее загрязнение воды в Каспийском море (основные составляющие или факторы, влияющие на загрязнение воды в море) имеет следующий вид:

$$G_{заг}^{К.м} = G_{заг}^{акв.м} + G_{заг}^{нр.мер} + G_{заг}^{ст.в} + G_{заг}^{водс}, \quad (3)$$

где $G_{заг}^{К.м}$ – загрязнение воды в Каспийском море; $G_{заг}^{акв.м}$ – загрязнение на акватории моря; $G_{заг}^{нр.мер}$ – загрязнение объектами, расположенными на прибрежной территории; $G_{заг}^{ст.в}$ – загрязнение сточными водами; $G_{заг}^{водс}$ – загрязнение, поступающее со стоком рек и с водосборной площади Каспийского моря.

Основные соотношения, выражающие уровень загрязнения моря:

$$G_{заг}^{К.м} - J_{н/охр.м} \leq G_{сам.сн}^{К.м}, \quad (4)$$

$$J_{н/охр.м} \geq G_{заг}^{К.м} - G_{сам.сн}^{К.м}, \quad (5)$$

где $J_{н/охр.м}$ – уменьшение загрязнения воды в Каспийском море в результате проведения комплекса природоохранных мероприятий в бассейне и на акватории; $G_{сам.сн}^{К.м}$ – самоочищающаяся способность Каспийского моря.

Анализ качества воды Каспийского моря показывает, что предотвратить прогрессирующий уровень его загрязнения не удастся. Учитывая огромное незаменимое социально-экономическое и экологическое значения Каспийского моря, не только для суверенного государства Республики Казахстан, но и для всех Прикаспийских государств, и в целом для мирового сообщества, а также исходя из Водного и экологического кодексов, концепции развития РК на 2007...2024 г., требований Декларации Рио-де-Жанейро 1992 г. и Европейской директивы 2000 г. устанавливаем, что уровень загрязнения моря не должен превышать его самоочищающей способности.

По данным [8] степень влияния отдельных источников загрязнения на качество воды Мирового Океана в долях (%) составляет:

- морские перевозки – 38;
- добыча из месторождений в открытом море – 2;
- прибрежные нефтеочистительные предприятия – 3;
- промышленные отходы – 5;
- городские сточные воды – 5;
- вынос примесей с речным стоком – 27;
- естественное поступление веществ из расположенных под дном месторождений – 10;
- поступление примесей с атмосферными осадками – 10.

Анализ показывает, что для Северного сектора Каспийского моря на долю материковых вод приходится 80 %, а на долю атмосферного воздуха – 10 %. Соответственно на долю: непосредственного сброса сточных вод в само море – 4 %, и соответственно на долю фильтрационных вод поступающих от различных типов хранилищ и линейных сооружений размещенных на прибрежной зоне, а также на долю загрязнения акватории моря через аварии и катастрофы судов, происходящих на акватории моря, а также на фильтрации нефтепродуктов через нефтедобывающие объекты, размещенных непосредственно на акватории моря приходится по 3 %.

Таким образом, в основу природоохранных мероприятий, закладывается условие «Нулевого загрязнения», т.е. море чистое. Предположим, что загрязнение воды моря идет через атмосферный воздух, и составляет 10 % от суммы всех загрязнений. На первом этапе, такое условие – вынуждено, а в перспективе необходимо предотвратить и загрязнение воды через атмосферный воздух. Сегодня, это не представляется возможным. Тогда, уравнение (3) по определению общей концентрации нефтепродуктов, поступающих в воду Каспийского моря, представляется как:

$$\left(G_{заг}^{К.м}\right)_n = \left(G_{заг}^{водс}\right)_n + \left(G_{заг}^{акв.м}\right)_n + \left(G_{заг}^{пр.мер}\right)_n + \left(G_{заг}^{ств}\right)_n = \left(G_{заг}^{водс}\right)_n + 0,40 \cdot \left(G_{заг}^{водс}\right)_n, \quad (6)$$

где n – индекс, характеризующий поступающие вещества. Другие обозначения приведены выше.

На современном уровне, нет рекомендаций по определению самоочищающейся способности морей и океанов. Очевидно, это вызвано, особенностями внутреннего водоема или же морей и океанов, и отсутствием возможности для их универсализации. Поэтому предлагается следующая предпосылка. Разница между концентрациями нефтепродуктов в исходной воде (загрязнение стока р. Жайык) и концентрациями нефтепродуктов в морской воде и есть самоочищающаяся способность самого моря. Тогда, самоочищающаяся способность самого моря (с учетом разбавления) $\left(G_{сам}^{К.м}\right)$

$$G_{сам}^{К.м} = \left(G_{заг}^{К.м}\right)_n - G_{заг}^{К.м}, \quad (7)$$

где $\left(G_{заг}^{К.м}\right)_n$ – общая концентрация загрязняющих веществ (нефтепродуктов), поступающих в воду Каспийского моря (потенциальная возможность загрязнения воды моря в сумме от всех видов источников загрязнений, учитывающих каждый вид загрязняющих веществ); $G_{заг}^{К.м}$ – фактический уровень загрязнения воды Каспийского моря.

При этом $G_{заг}^{водс}$, принимается равным концентрации нефтепродуктов в водах р. Жайык, то есть – 0,179 мг/дм³. Хотя, основное загрязнение представляет сток р. Волги. В то же время, необходимо подчеркнуть, что загрязнение воды р. Волги и р. Жайык идентичны и почти равнозначны.

$$\text{Откуда } (G_{заг}^{K..M})_n = 0,179 + 0,4 \cdot 0,179 = 0,251 \text{ мг/дм}^3.$$

Тогда, самоочищающаяся способность самого моря (с учетом разбавления) $G_{сам}^{K..M} = (G_{заг}^{K..M})_n - G_{заг}^{K..M} = (0,251 - 0,114) = 0,137 \text{ мг/дм}^3$.

После установления самоочищающейся способности Каспийского моря, необходимо назначить комплекс природоохранных мероприятий, обеспечивающих сокращение (снижение) уровня загрязнения водных ресурсов:

- на акватории моря;
- в прибрежной зоне;
- загрязнение воды моря, при непосредственном сбросе сточных вод (сточные воды, сбрасываемые в море по 3 выпускам, два из которых принадлежат РГП «Маэж» (сбросные каналы 1 и 2), один – АО «Казахрыбфлот»);
- на площади водосбора моря или то же самое на водосборах рек.

Для районирования акватории моря по уровню загрязнения, необходимо располагать данными о загрязнении в 5...6 точках (координатах), например, устье р. Жайык, прибрежная территория моря 2...4 точки, порт Актау и др. Тогда для улучшения состояния качества воды в любом районе моря (в соответствии с уровнем загрязнения в фиксированных координатных точках моря), в зависимости от антропогенного источника загрязнения, можно назначать или определять комплекс (перечень) природоохранных мероприятий, предотвращающих поступление загрязнений в море.

Например. Уровень загрязнения воды моря в районе устья р. Жайык составляет – $G_{заг}^{K..M} = 0,251 \text{ мг/дм}^3$. Самоочищающаяся способность моря – $G_{сам.сп}^{K..M} = 0,137 \text{ мг/дм}^3$. Тогда, природоохранные мероприятия, должны обеспечивать, уровень очистки воды р. Жайык равной: $J_{н/охр..м} = G_{заг}^{K..M} - G_{сам.сп}^{K..M} = 0,251 - 0,137 = 0,114 \text{ мг/дм}^3$.

Откуда устанавливается, что в бассейне р. Жайык должны осуществляться природоохранные мероприятия, обеспечивающие концентрацию приточной воды, не превышающую 0,114 мг/дм³.

В заключении подведем итоги. Основными источниками загрязнения воды Северной части Каспийского моря являются: загрязнение моря веществами, поступающими со стоком материковых вод; загрязнение акватории моря через атмосферный воздух; загрязнение акватории моря в

результате аварий и катастроф судов; фильтрационные воды, поступающие от различных типов хранилищ и линейных сооружений, размещенных в прибрежной зоне; непосредственный сброс сточных вод в море.

Выявлены принципы установления комплекса природоохранных мероприятий по охране и восстановления качества воды в Казахстанской части Каспийского моря. Все градации и масштабы природоохранных мероприятий, должны исключать уровень загрязнения воды, превышающий самоочищающую способность моря. В основу природоохранных мероприятий по восстановлению качества воды в Казахстанской части Каспийского моря должны приниматься положения о том, что вообще недопустимо загрязнение воды моря, т.е. никаких загрязнений.

Предложено основное уравнение, выражающее загрязнение воды в Каспийском море (основные составляющие или факторы, влияющие на загрязнение воды в море). Таким образом, установлено основное соотношение, выражающее уровень загрязнения моря. При этом, уровень загрязнения моря не должен превышать самоочищающей способности самого моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атырауская область. Состояние окружающей среды и природных ресурсов. – Астана, 2003 г.
2. Биологическая очистка сточных вод. – Самара, 1998. – 215 с.
3. Заурбек А.К., Нурлыбаев Б.А., Заурбеков М.А., Ким В.В. Равновесное экологическое состояние в биосфере. // Водное хозяйство Казахстана. – 2008. – № 4 (20). – С. 2-4.
4. Заурбек А.К., Сулейменова Ж.А., Нурлыбаев Б.А., Заурбекова Ж.А. Использование природных ресурсов и экологическая безопасность // Водное хозяйство Казахстана. – 2006. – № 4 (12). – С. 17-20.
5. Зонн И.С. Каспий: иллюзии и реальность. – М.: ТОО «Коркис», 1999. – 467 с.
6. Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007...2024 гг. – Астана, 2007. – 20 с.
7. Мангистауская область. Состояние окружающей среды и природных ресурсов. – Астана, 2003 г.
8. Мелиорация и водное хозяйство. Т. 5. Водное хозяйство / Под ред. И.И. Бородавченко. – М.: Агропромиздат, 1988. – 399 с.
9. Сарсембеков Т.Т. и др. Использование и охрана трансграничных рек в странах Центральной Азии. – Алматы: Атамұра, 2004. – 272 с.

10. Станция Заправки Морских Судов. / Пояснительная Записка. Аджип ККО 2003/0587-02 / 00-ОП ЗАО «НИПИнефтегаз». – Актау: Виттеveen + Бос Казахстан, 2004. – 184 с.
11. Экология и экономика природопользования: учебник для вузов / Под ред. Э.В. Гирусова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 591 с.

НИИ водного хозяйства, г. Тараз

**КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ҚАЗАҚСТАН БӨЛІГІ
СУЛАРЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН БАҒАЛАУДЫҢ
ҒЫЛЫМИ-ӘДІСТЕМЛІК НЕГІЗДЕРІ**

В.В. Ким

Каспий теңізінің Қазақстан бөлігіндегі суларын ластайтын негізгі көздерді талдай отырып, оның экожүйелеріне түсіруге болатын жүктемелерді анықтаудың әдістемесі түзелген.

ЭОК 551.07

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ МҰНАЙЛЫ ӨҢІРІНДЕГІ
АНТРОПОГЕНДІК ҮРДІСТЕРДІҢ БАЛЫПТАСҢЫ**

Геогр. ғылымд. канд. А.Ғ. Көшім

Мақалада мұнайлы аудандардың жер бедерін тұзайтін үрдістер тобы қарастырылған. Табиғи үрдістердің қарқындалу және антропогендік үрдістердің пайда болу себептері дәлелденген. Олардың даму факторлары, динамикасы және таралуы ерекшеліктері анықталды.

Табиғатта, жалпы қоршаған ортаға және жеке жер бедеріне ықпал ететін үрдістердің үш тобы кеңінен таралған. Табиғи үрдістер өз бетінше дамиды. Антропогендік үрдістер – табиғи ортаға адам әрекетінің нәтижесі болып келеді. Олар тек қана адам қызметімен тікелей байланысты, сондықтан бірде-бір аймаққа тән емес. Антропогендік әрекеттен пайда болған үрдістер табиғи-антропогендік – бұл адам қызметіне дейін әлсіз дамыған үрдістер немесе адам қызметі әсерінен өзгере бастаған кейбір табиғи үрдістер: дефляция, тұздану, жол эрозиясы, жыралану, су басу. Бұл, үрдістердің екі тобы, әсіресе мұнай және газ игеру аудандарында, оның ішінде Батыс Қазақстанда әртүрлі болып келеді.

Батыс Қазақстан толығымен шөл және шөлейт зонасында орналасқан. Бұл аумақта климаттық өзгерістермен геоморфологиялық үрдістердің арасында болмашы ғана тепе-теңдік бар. Сондықтан, қандай болсын техногендік әсер түрі экзогенді бедертүзушінің үлкен өзгеруіне әкеледі. Ең кеңінен таралған адам әрекетінің түрі – бұл автожолдар салынуы мен пайдалануы, құбырлар жүргізілуі. Бұл аймақта ең кеңінен эолды үрдіс таралған. Ол, мұнай және газ игерген аудандарда топырақ-өсімдік жамылғысының бұзылған кезінде қарқындалады. Мысалы, Комсомольск және Қосшағыл кен орындарының айналасында аймаққа тән емес, бекітілмеген барханды құмдар дамыған.

Өндіріс игерілу және шикізат тасымалдау барысында топырақ-өсімдік қабатының бұзылуынан эолды үрдістер қарқынды дамыды және олардың әсерінен көлемі 200...1000 м және одан да биік құмды төбешіктер пайда болды. Төбешіктердің биіктігі 1,5 м аспайды. Эолды үрдістердің қарқынды дамуына байланысты жаңадан жол салынды және өсімдігі өте

аз, бір-бірімен әлсіз байланысты және байланысы жоқ грунттар арқылы көліктер жүре бастады. Топырақ-грунттың техногенді бұзылуы және құмның қарқынды дефляциясы Құлсары ауылы маңайында нақты көрініс алды. Құлсары аумақтағы ең ірі елді мекен, тұрғындар саны – 36,4 мың адам. Бұл ауданда барлық елді-мекендер бір-бірімен тығыз құбырлар, автожолдар (көбінесе топырақ жолдары) торымен байланысады. Олар топырақ-өсімдік жамылғысына бірнеше рет техногендік ауыртпалық түсіріп, эолды үрдістің дамуын қарқындатады. Дефляция көздері Құлсары – Жем ауылы, Құлсары – Қосшағыл, Тұрғызба – Тасшағыл, Шокпартоғай – Қойсары жол бойында, сондай-ақ, мұндай эолды үлескілер Қаратон – Сарқамыс, Мақат – Құлсары – Опорный трасса бойында да дамыған.

Сонымен, эолды үрдіс жоғары антропогендік әсер кезінде қарқындалады. Оны ақ дақтар ретінде әуе- және ғарыштық суреттерде жақсы көруге болады. Ақ дақ үлескілері темір және автокөлік (топырақ) жолдары бойы, әсіресе олардың қиылысуында, байланыс жүйесін салуында, мұнай-газ құбырлар бойы және басқа да инженерлік-техникалық құрылыс бойында жақсы көрінеді. Қарқынды дефляция үрдісі осы күндері де жүріп жатыр, эолды жылжу батыс және шығыс жаққа қарай бағытталған (оны Опорный және Құлсары метеостанциясы бойынша жел бағыты арқылы көруге болады).

Континетті климатқа Батыс Қазақстанның мұнайлы аумақтарына кеңінен таралған тұздану үрдісі тән. Бұл үрдіс жер асты суының жоғары көтерілуіменен байланысты. Жер асты сулары көп жағдайда жер бетінің қатты бұланғандығынан жер үстіне көтеріледі. Сонымен қатар, бұл үрдістің дамуы сумен еритін жыныстардағы тұздардың кристаллизациялануыменен, қалың кристалды жыныстар қабаттарынан шайылып шығатын тұздармен, сондай-ақ, шөгінді жыныстардағы тұздардың ауысуыменен және жылжуыменен, бұрынғы жиналған тұз қабаттарымен байланысты [1]. Бұл үрдістің бедертүзуші ролі өте маңызды. Бедердің төменгі жерлерінде сазды, саздақты, жер асты суының жақын орналасқанында құмдақты және құмды жыныстардан тұратын сорлар пайда болады.

Каспий ойпатының барлық аумағы қазіргі кезде Оңтүстік Орал, Жалпы Сырт және Мұғалжардан жер беті суларымен ағып келетін минералдық тұздардың аккумуляция ауданы болып келеді. Каспий жазығына жыл сайын ағыспен келетін барлық тұздардың көлемі 385 мың тонна, оның 90 % көктем уақытына келеді [3]. Ылғалданудың жетіспеуіне

және булану үрдісінің жоғары деңгейде болуына байланысты, топырақтың жоғары қабатында, әсіресе жергілікті бедердің, тақырлар мен сорлар орналасқан төмендеу жерлерінде тұздар көп жиналады.

Топырақтүзуші жыныстардың жоғары деңгейде тұздануының жалпы жағдайына көп жағдайда тұрып қалған жоғары минералды ерітінділер әсер етеді. Аймақтың төменгі гипсометриялық орналасуы да, оны қарқынды тұздану ауданға айналдырды. Тұзды-күмбез құрылымдармен байланысты геохимиялық үрдістер де жалпы тұздану жағдайға өз үлесін қосты.

Тұздану үрдісінің дамуы жылдан-жылға артып келеді. Бұрғы ерітінділердің төгілуі және булану өрістерге (төмендеу үлескілер, сорлар, сорлы ойпандар) төгілетін мұнаймен бірге жыл сайын шығатын қабатты сулар, тұздану үрдістің (сорларда) қарқынды жүруінің, жаңа сорлар үлескілерінің және мұнай құбырларының маңайында жасанды көлдердің пайда болуының нәтижесі болып келеді. Олардың аудандары мұнаймен шығатын қабатты сулардың көлемімен және төгілетін жер пішінімен байланысты.

Біздің зерттеуіміз бойынша Қаратон ауылының маңындағы шағын көлемдегі сордың жыл сайын ұлғаюы келесідей: сордың шетінде мұнай өнімінің төгілуі орташа есеппен 10...15 см, ал төмендеу жерлерінде – 0,4...0,5 м, басқаша айтқанда антропогендік әсерге байланысты сор 3...5 есе ұлғаяды. Жер асты суларының жақын орналасуы және желдің орташа жылдамдығы 5...7 м/с жағдайында табиғи сорлар дамуының орташа жылдамдығы жылына 3,3 см, (аймақта желдің орташа жылдамдығы – 5 м/с) [4].

Сорлану үрдісті қарқындататын мұнай кен орындарының қабатты сулары, жоғары минералды (200 г/л дейін және одан да көп) су болып саналады [2]. Тұз құрамы бойынша су тек ерігіш қана емес, сондай-ақ, аз ерігіш минералдардан тұрады (силикаттар, алюминаттар, ферросиликаттар т.б.). Әрине, бұндай жеңіл ерігіш тұздардың булану өрістерге төгілуі топырақ-грунттың физикалық-химиялық құрамына әсер етеді. Қабатты сулардың құрамындағы хлорлы натрийдің басымдылығы жергілікті топырақ-грунтының осы кешенді сіңіргенінде, алмастыру нартиймен қанықтырады. Сіңірілген натрийдің пайда болуы қатты тұздануға соқтырды. Сондықтан құрылым күмбезіндегі топырақ-грунттар айланадағы басқа топырақтарға қарағанда, қатты тұзданады.

Сонымен, «жасанды» дамитын тұздану үрдісі жер бедерін, сондай-ақ, түзуші топырақтың физикалық-механикалық құрамын өзгертеді, сондықтан олар басқа, мысалы, эолды, үрдістерге жеңіл ұшырайды.

Жергілікті жерлерде дамидын үрдістердің таралуы аз ауданмен шектеледі, бірақ олар аумақтағы қазіргі үрдістердің жалпы дамуына өз үлестерін қосады.

Жол эрозия үрдісі техногендік грунттар пайда болатын жол бойында қарқындалады. Қосшағыл-Қаратон трассасы бойында тереңдігі 1 м, ұзындығы 10 м дейін шұңқырлар анықталды. Техногенді түрдегі шұңқырлар Комсомольс-Құлсары темір жолының оң жағында да байқалған. Бұл жерде олардың тереңдігі 2,5 м, ұзындығы 10...12 м жетеді. Бұндай үрдіс 3 км төмен Құлсары-Төлес жол бойында, Құлсары ауылының шығысында, 8 км жерінде, Мақат станциясының солтүстік-батысында 5 км жерде және денудациялық жазықтың үстінде Иманқара карьерінде де дамыған.

Су басу, су тасу үрдістері бүгінгі күндері Каспий теңізінің қазіргі трансгрессиясының нәтижесі болып келеді. Каспий суының тұрақты көтерілуі, жер асты суының көтерілуіне әсер етеді, оның таралу ауданы теңіз жағасынан 1...3 км-де жақсы су өткізгіштік құмды жыныстарда байқалады. Аумақтың сазды шөгінді топырақтан түзілген шығыс және оңтүстік аудандарында кеуекті-қуысты құрлымды тақыр түзілу үрдісі байқалды. Олар карст түзілу үрдісі арқылы пайда болған, тереңдігі 1,5...2,0 м, шұңқыр тәрізді, бөлек, бедердің жайпақ төмендеу жерлерінде орналасқан. Тақырлардың ауданы өте үлкен. Мысалы, Маңғыстаудың оңтүстігінде көлемі 5...6 км² тақырлар байқалады, ең үлкенінің пішіні созылмалы болып келеді. Тақырлар 10...15 см сазды қабатты шөгінділерден тұрады, олар құрғақ жарықтармен бөлек қуыстарға бөлінген. Бұл қабат көп жағдайда жұқа тұзды қабаттан тұрады, сондықтан тақырдың беті ақ түсті болып көрінеді. Осы индикациялық көрсеткіштер және дөңгелекті немесе созылмалы конфигурациясы арқылы олар ғарыштық суреттерде жақсы бажайланады.

Жазықтық шайылу үрдісі аймақ бойынша барлық жерде бірдей жүрмейді, себебі аумақтың бедері тегіс жазық болғандықтан, теңізге қарай еңістелуі де аз. Аймақтың тегіс жазықты шыңдармен ерекшеленетін су айрық аудандарында, үрдістер әлсіз жүреді. Күзде жауын-шашын және көктемде қар еру кезінде жазықтық шайылу үрдісі, негізінен құрғақ сай мен жыраларда (аумақтың солтүстігінде), сондай-ақ, шұңқырлар мен ойыстардың тегіс беткейлері бойынша (оңтүстікте) қарқынды жүреді. Жыралар мен сайлардың құрғақ аңғарлары қысқа және аз болып келеді. Арналары тек қана жоғары ағыста байқалады, төменге қарай ол тез кеңейіде, пайда болған ағыс жазықтық шайылу үрдісіне айланады.

Суффозиялық үрдістер аудандарда жергілікті жерде, тек көтеріңкі үлескілерде, тік жарлар бойында ғана дамиды. Бұл, негізінен қатты тұздалған, жер асты суы терең (5 м ден төмен) грунт үлескілері. Суффозиялық үрдістер жер бетінде аз ғана байқалады, айналаған жерлерден қалың шөптесінмен ерекшеленеді.

Қорытынды.

Сонымен, Батыс Қазақстан мұнайлы аумағында табиғи ортаға антропогендік әсерінен, әсіресе жел эрозиясы және сорлану үрдістері қарқындалады. Қалған үрдістер, адамдар аз тұратын жерлерде, адам әрекетіне аз ұшараған жергілікті жерде дамиды.

Техногендік әсерге тұрақтылығы төмен және өзін-өзі қалпына келтіру мүмкіншілігі де төмен аумақтық экожүйені талдау, табиғатты тиімді пайдалану және қоршаған ортаны қорғау жолдарын іздестіруге негіз береді. Бұл проблеманы шешу үшін төмендегідей кешенді экологиялық көзқарас болу керек:

1) табиғи компоненттер: топырақ-өсімдік жамылғысы, жер асты, жер үсті сулары, атмосфера үшін үнемі бақылау және тексеру жүйесін құрастыру;

2) қазіргі мониторинг жүйесін енгізу және сандық және сапалық баға беріп қазіргі бедертүзуші үрдістер дамуын (жылдамдығын, ареалдар аумағын), ұзақ стационарлы бақылау негізінде басты үрдістерді, әсіресе: сорлануды, эолды, су басуды зерттеу;

3) мұнай және газ аудандарында бедер түзуші үрдістерді зерттеу және картографиялау;

4) өзгеретін үрдістерді, әсіресе аумақтық түрде, математикалық үлгілеу бойынша жұмыстарды енгізу;

5) қазіргі үрдістерді әуе-және ғарыштық суреттер, геофизикалық әдістер арқылы зерттеу;

6) адамның шаруашылық әсерінен болатын өзгерістерді ғылыми тұрғыдан көру үшін мұнай және газ аудандарында қазіргі бедер түзуші үрдістер және антропогендік ураистердің байланысы бойынша теориялық зерттеулерді кеңейту;

Әрине, табиғи факторлар, экологиялық жүйенің бұзылуына, табиғатта тепе-тендіктің бұзылуына әкелетін техногендік әсерге байланысты қарқынды дамып жатқан үрдістерді тоқтата алмайды. Бұл үрдіс үшін кешенді түрде табиғи құрлыстар құрастырылып, салынуы тиісті, кей жағдайда – тез арада көптеген қаржы қажет етеді. Аумақтың

болашақта үлкен экономикалық дамуына байланысты мұндай жұмыстарды жүргізілді қажет, себебі болашақта техногендік әсерді жою үшін тез арада шаралар қабылдауға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ковда В.А. Почвенные процессы в аридных областях. – М. 1974. –
2. Панов Г.Е. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1986. –
3. Сотников А.В. и др. Западный Казахстан. // Гидрогеология СССР. Под ред. Сидоренко А.В. – М.: Наука, 1971. –
4. Федорович Б.А. Интенсивность современных эоловых процессов в пустынях СССР. // Современные экзогенные процессы рельефообразования. – М.: Наука, 1970. – С.149-159.

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

ФОРМИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕНОСНЫХ РАЙОНАХ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Канд. геогр. наук А.Г. Кошим

В статье рассматриваются группы процессов, формирующие современный рельеф нефтеносных районов. Обоснованы причины активизации природных и формирование антропогенных процессов. Выявлены факторы их развития, динамика, а также особенности их распространения.

ЭОЖ 577.4:66.046.44.59

КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН АГЛОМЕРАЦИЯЛЫҚ ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІ

Техн. ғылымд. канд. А.Н. Құтжанова

Бұл мақалада кен байыту қалдықтарын агломерациялық әдіспен күйдіру арқылы өңдеу технологиясының экологиялық қауіпсіздігін тексеру нәтижелері келтірілген. Экологиялық қауіпсіздікті тексеру Оңтүстік Қазақстан облысы Кентау қаласындағы «Силикат» ЖШС-тің жылу электр орталығының күлінен аглопорит жасау цехында жүргізілді. Өндірістің орналасу жағдайына байланысты одан шыққан зиянды заттардың таралу бағыттары анықталды

Кен байыту қалдықтарын агломерациялық әдіспен күйдіру арқылы өңдеу технологиясының экологиялық қауіпсіздігі Кентау қаласындағы «Силикат» ЖШС-тің жылу электр орталығының күлінен аглопорит жасау цехында тексерілді.

Атмосфераны ластаушы көз ретінде кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы бойынша агломерациялық цех территориясында шикізаттарды сақтау, майдалау, агломерациялық күйдіру, сұрыптау және механикалық учаскелері орналасқан [2].

Шикізат учаскесінде екі бункер: ленталық конвейер және элеватор орналасқан. Бұл қондырғылардан атмосфера ауасына тасталынатын негізгі зиянды заттарға шикізат материалының шаңы жатады.

Технологиялық учаскеде иінді майдалағыш, ленталық конвейер, шихтаны ылғалдандыратын мұнара, араластырғыш және шикізат түйіршіктері салынатын ыдыстар орналасқан. Мұндағы тастандылар көзіне иінді майдалағыштар, ленталық конвейер жатқызылады да, ал қалғандары ластау көзі болып табылмайды, өйткені, шикізат шихтасы шаңды басатын ылғал технологиямен өндіріледі. Шаң тастандылары ұйымдастырылған, сорғыш зонт арқылы ұсталынып шығарылады.

Агломерациялық учаскеде төрт агломерациялық пеш, отынға арналған резервуар орналасқан. Оларды атмосфераға тасталынатын негізгі зиянды заттарға азоттың қос тотығы, көміртек тотығы және қатты бөлшектер жатады. Жоғарыда айтылған зиянды заттектер тастандылары

ұйымдастырылған, диаметрі 250 мм, биіктігі 20000 мм болатын мұржа арқылы сыртқа шығарылады. Сұрыптау учаскесінде жақты майдалағыш пен вибрациялық грохот орналасқан. Мұндағы зиянды зат – дайын өнімнің шаңы. Күл мен саз тастандылары ұйымдастырылған, тартпа зонт арқылы ұсталынып сыртқа шығарылады.

Технологиялық учаскеде, шихта дайындау коллекторларында жиналатын шаң ластанған ауаны тазалайтын шаң тазарту құрылғысы – циклонда ұсталынады. Оның газды шаңнан тазарту деңгейі 90 %-ды құрайды.

Механикалық учаскеде токарлық, столды-бұрғылау станогы орналасқан да, онда металл шаңы түзіледі. Мұндай тастандылар көзі ұйымдастырылмаған ластау көзіне жатады.

«Силикат» ЖШС өндірісінен шығарылатын зиянды заттардың қауіптілік санаты мен шектік рауалы концентрация мөлшерлері 1-кестеде, ал Шымкент облысының гидрометеорология мекемесінің мәліметі бойынша, Кентау қаласының жел бағыттарының орташа қайталануы 2-кесте және 3-кестелерде келтірілген.

Кесте 1

Өндірістен шығарылатын зиянды заттардың қауіптілік санаты мен ШРК мөлшерлері

Ластаушы заттардың аталынымы	Қауіптілік санаты	Елді мекендегі ШРК мөлшері, г/дм ³	
		С, м.б.	С, орт.
Көмірсутегі	4	5	1,5
Көміртек тотығы	4	5	3
Азот қос тотығы	2	0,086	0,04
Күкіртті ангидрид	3	0,5	0,05
Ұшқыш күл	3	0,15	0,05
Шаң	4	0,2	0,15

Кесте 2

Кентау қаласының жел бағыттарының орташа қайталануы

Бағыттар	Қаңтар	Шілде	Бағыттар	Қаңтар	Шілде
Солтүстік	5	12	Оңтүстік	4	2
Солтүстік-шығыс	11	26	Оңтүстік-батыс	6	4
Шығыс	32	15	Батыс	11	12
Оңтүстік шығыс	14	4	Солтүстік-батыс	27	25
Штиль	26	11			

Бұл өндірістегі ШРК нормативтерінің есебі кәсіпорынның алдында берген анықтама негізінде, аспаптық өлшем бойынша және осы салада қабылданған әдіспен жасалынған.

Құрылғылардың жұмыс режимі, отын шығыны және т.б. кәсіпорынның жылдық есептерінен алынған.

Зиянды заттардың фондық концентрациясы Кентау қаласының тұрғын санын 250 мың адамнан аспайтын және атмосфераның ауасын ластайтын үлкен ошақтардың жоқтығын есепке ала отырып, яғни шаң – 0,2 мг/м³; күкірт ангидридi – 0,1 мг/м³; көміртек тотығы – 1,5 мг/м³-ге тең екендігіне байланысты анықталады.

Кентау қаласындағы атмосферадағы зиянды заттардың сейілуін анықтайтын метеорологиялық сипаттар 3-кестеде келтірілсе, ал 4-кестеде «Силикат» ЖШС-і өндірісінің экологиялық құжатынан алынған қала атмосферасы ауасындағы зиянды заттардың фондық концентрациясы көрсетілген.

Кесте 3

Атмосферадағы зиянды заттардың сейілуін анықтайтын метеорологиялық сипаты

Сипаттама атауы	Көлемі
Климаты құрғақ, ыстық	
Атмосфераның стратификациясына байланысты коэффициент	200
Қала рельефінің коэффициенті	1
Сырт ауасының орташа температурасы, °С:	
Ең ыстық айда (шілде)	28,3
Ең суық айда (қаңтар)	-5,6
Жел жылдамдығы, м/с	3,6
Орташа жылдық температура	12,3

Кесте 4

Қала атмосферасы ауасындағы зиянды заттардың фондық концентрациясы

Зиянды заттардың аталынуы	Зиянды заттардың фондық концентрациясы, мг/м ³
Азот тотығы	0,03
Күкірт қос тотығы	0,1
Көміртек тотығы	1,5
Шаң (күл)	0,2

«Силикат» ЖШС-нің зиянды заттарды атмосфераға тастау шегінің АТШ (атмосфераға тастау шығарындысы) немесе ШРШ (шектік рауалы шығарындылар) жобасында келтірілген. Атмосфераға түсетін тастандылар атмосфера ауасының ластануына әсер ететін концентрация туғызбайды және ШРК нормативтері ретінде алына беруіне болады (5-кесте).

Атмосфераға түсетін тастандылардың атмосфера ауасының ластануына әсері

Ластаушы зиянды заттардың аталуы	Өндіріс учаскесі	2009 ж. жағдайындағы атмосфера ауасының ластануы	
		г/с	т/ж
Шаң (күл)	Шикізат учаскесі	0,45	1,38
	Технологиялық учаскесі	0,21	1,3
	Агломерациялық учаскесі	0,09	1,2
	Сұрыптау учаскесі	0,55	0,12
Барлығы		1,21	4
NO ₂	Агломерациялық учаскесі	0,45	0,29
SO ₂	Агломерациялық учаскесі	0,07	1,38
CO	Агломерациялық учаскесі	0,225	0,11
Көмірсутектер	Агломерациялық учаскесі	0,088	0,0005
Металл шаңы	Механикалық учаскесі	0,006	0,005

Өндіріс қалдықтарынан аглопорит жасау цехында кен байыту қалдықтарын агломерациялық күйдіру барысында норматив талаптарынан артық мөлшерде күкірттің қос тотығы мен шаң бөлінеді. Кен байыту қалдықтарынан аглопорит алу барысында бөлінетін шаң мен газ екі сатыда – циклонда және скрубберде тазаланған соң атмосфера ауасына тасталынады. Сондықтан кен байыту қалдықтарынан аглопорит алу барысында қоршаған ортаның күкірттің қос тотығы және шаңмен ластану мүмкіндігі анықталады.

SO₂ үшін максимал концентрация [1]:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 0,263 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 1,51 \cdot 1}{20^2 \cdot \sqrt[3]{0,53 \cdot 118}} = 0,25 \text{ мг/м}^3;$$

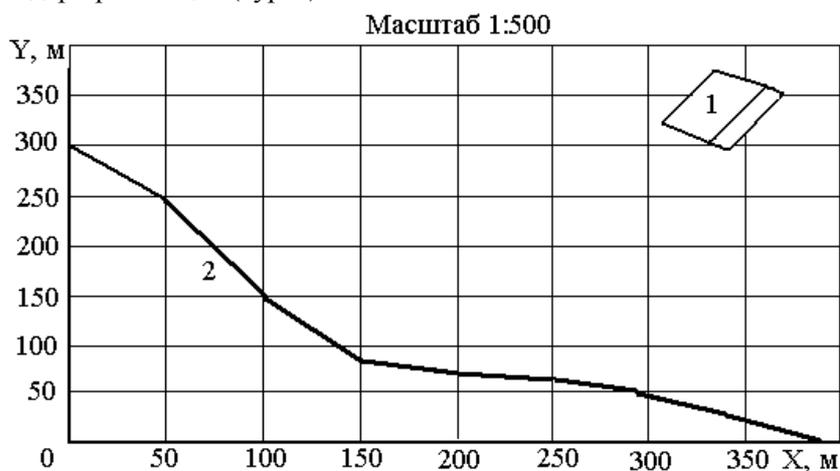
шаң үшін максимал концентрация:

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,892 \cdot 2 \cdot 1,24 \cdot 1,51 \cdot 1}{20^2 \cdot \sqrt[3]{0,53 \cdot 118}} = 0,42 \text{ мг/м}^3.$$

Мұнан кейін зиянды заттардың максимал концентрацияларының қашықтыққа байланысты ластау көзінен бастап, атмосфералық ауадағы сейілуі есептелінді. Есептеу нәтижелері $f = 0,000036$; $d = 5,82$; $X_m = 103$ м-ге тең екендігі анықталды.

Өндірістің орналасу жағдайына байланысты, онан шыққан зиянды заттардың таралуы көбінесе оңтүстік батысқа және оңтүстік шығысқа

қарай бағытталып есептелді. Себебі көрсетілген бағыт бойынша тұрғын аудандар орналасқан (сурет).



Сурет. «Силикат» өндірістік кәсіпорнының агломерациялық цехының карта-схемада орналасуы. 1 – өндіріс территориясы, 2 – селитебті аймақпен қиылысатын өндіріс шекарасы.

Қашықтыққа байланысты есептеу нәтижелері жел оңтүстік батысқа қарай соққанда, зиянды заттардың сейілуі 670 м-ден басталады. Есептеу нәтижелері б-кестеде келтірілген.

Кесте 6

«Силикат» ЖШС өндірісінен шығарылатын зиянды заттардың атмосфералық ауадағы концентрациясы (Жел оңтүстік батысқа қарай бағытталғанда)

Зиянды заттар	C_m , мг/м ³	ШРК _{орт}	ШРК _{м.б.}	X/X _м	S ₁	C
SO ₂	0,25	0,05	0,5	2,91	0,54	0,14
				3,40	0,45	0,11
				3,88	0,38	0,095
				4,85	0,28	0,07
				5,83	0,17	0,043
Шаң	0,42	0,15	0,5	2,91	0,54	0,23
				3,40	0,45	0,19
				3,88	0,38	0,16
				4,85	0,28	0,12
				5,83	0,17	0,05

Есептеу нәтижесінде алынған мәліметтерді графикалық тұрғыда өңдеу нәтижесінде, күкірттің қос тотығы мен шаң концентрациясы селитебті аймаққа жеткенге дейін ШРК деңгейіне азаятындығын көрсетеді.

Атмосфералық ауадағы зиянды заттардың таралу заңдылығына сай, зиянды заттардың максимал концентрациялары ластау көзінен қашықтаған сайын тұрғын аудан шекарасына жетпей, таралып кететіндігін көрсетеді.

Сондықтан, ұсынылған технология өндірістен шығарылатын зиянды заттардың концентрациялары қысқа қашықтық аралығында атмосфера ауасында таралып кететіндігінен кен байыту қалдықтарын агломерациялық күйдіру әдісімен өңдеу экологиялық тұрғыдан қауіпсіз болып табылады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Дарибаев Ж.Е. Влияние зернового состава шихты на показатели процесса спекания при получении аглопоритового щебня // Методы технологических исследований минерального сырья. ДСП. 4.1. – Алма-Ата, 1988. – С. 79-80.
2. Құтжанова А.Н. Мұнай шламы мен күлді агломерациялық өңдеу арқылы залалсыздандыру. Канд. диссерт. – Тараз, 2007 – 156 б.

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

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Канд. техн. наук А.Н. Кутжанова

В статье приведены результаты исследования экологической безопасности технологии агломерационной переработки хвостов обогащения. Исследование проводилось в аглопоритовом цехе ТОО «Силикат» г. Кентау Южно-Казахской области. Было определено направление рассеивания вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, в результате промышленной переработки хвостов обогащения.

УДК 631.95

**МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Доктор техн. наук А.С. Сейтказиев

А.И. Мусаев

На основе данных по почвенно-экологическим условиям сероземно-лучевых засоленных почв, для эффективного использования водных ресурсов в орошаемых зонах разработаны методы улучшения эколого-мелиоративных мероприятий на фоне глубокого рыхления, а также установлены оптимальные нормы промывки исследуемого участка.

В настоящее время установлена география распространения засоленных почв, изучены составы солей, в зависимости от факторов почвообразования, геохимических и гидрологических условий, технологии режимов орошения. Разработаны ресурсосберегающие направления мелиорации засоленных почв: промывки, дренаж, глубокое рыхление, влияние сорбентов, химической и фитомелиорации земель. На современном этапе актуальность приобретают более экономичные технологии управления массопереносом, воды и солей на орошаемых почвах при мелиоративных и эксплуатационных режимах. Для решения этой проблемы целесообразна разработка комплекса физико-математических задач, которые дадут описание законов их движения и распределения в корнеобитаемом слое почвогрунтов, количественную оценку содержания солей в почве.

Водная мелиорация включает в производственный процесс такие важнейшие компоненты экосистемы, как почва, вода и растения, тесно связанные с потоками воды, энергии и веществ. Деградация почв, разрушение природных ландшафтов, снижение продуктивности мелиорируемых земель, истощение и загрязнение водных экосистем выдвигает экологические аспекты развития водной мелиорации в ряд приоритетных.

На орошаемых землях источником загрязнения зачастую является вода, используемая для поливов из загрязненных водных объектов.

В этой связи при развитии земледелия, необходимо формировать экологически обоснованную стратегию осуществления комплексных мелиораций, состоящих из следующих основных принципов:

- оптимизации влагообеспечения сельскохозяйственных культур при максимальном использовании естественных влагозапасов и минимальных затратах оросительной воды;
- сохранения и воспроизводства плодородия почв;
- предотвращения и устранения существующего загрязнения поверхностных и подземных вод отходами производства;
- рационального научно-обоснованного использования воды для мелиорации;
- обоснования новых технологий безотходных и малоотходных производств, предупреждающих нарушение экологического равновесия в природе.

Изучение почвенных процессов позволяет получить более полное представление о свойствах самой почвы. С одной стороны свойства почвы определяют собой почвенный процесс, с другой – почвенные процессы образуют новые свойства почвы.

Деятельность человека оказывает на окружающую среду мощное техногенное воздействие в частности загрязнением почвы и воды отходами производств и жизнедеятельности, где значительную долю, занимают органические загрязнители. В результате загрязнения почвы и воды органическими веществами подавляется естественная биота, меняются соотношения между отдельными группами микроорганизмов и в целом изменяется направление метаболизма, нарушаются естественные процессы самоочищения. Техногенные и антропогенные нарушения экологического баланса серьезно изменяют санитарное состояние засоленных земель, их почвообразование, ухудшают условия жизнедеятельности людей.

Загрязнение почв в виде засоления происходит в основном вследствие антропогенной деятельности человека, при неправильном ведении работ по улучшению земель, агротехнических и мелиоративных мероприятий. Это происходит в результате игнорирования выполнения взаимосвязанных законов, регулирующих природное равновесие эволюцию почв, а также гидрогелогических, гидрохимических и геохимических взаимодействий при проведении эколого-мелиоративных работ.

На основе данных по почвенно-экологическим условиям серезомно-луговых и темно каштановых карбонатных почв, возникает необходимость регулирования водного режима корнеобитаемого слоя, как главного фактора влаго и солепереноса зоны аэрации почвогрунтов.

Для установления гидрохимических параметров и показателей регулирования водно-солевого, теплового и пищевого режимов почв были проведены специальные исследования на опытных участках по определению величин промывных норм, показателей солеотдачи для 5-ти групп почв в Тасоткельском и Тентекском массивах орошения по механическому составу и фильтрационным способностям [8, 11].

Установление способности почв удерживать доступную растениям воду зависит от определенных ее свойств. Любое дополнительное количество воды в виде осадков или орошения, подъема уровня грунтовых вод (УГВ), превышающее величину наименьшей влагоемкости (НВ), является избыточными и может нарушить гидрогеологический баланс почв. В зависимости от водопроницаемости почв, трансформироваться в заболевание местности, отразится на природном ландшафте, окружающей среде, на эколого-экономической деятельности, а также на плодородии почв, то есть является фактором загрязнения. Для предупреждения и борьбы с переувлажнением важную роль играют гидромелиоративные, почвенно-экологические, факторы геосистем, установлены коэффициенты экологического состояния среды, характеризующие уровень загрязнения при различной степени засоленности почвогрунтов (табл. 1) [6, 9].

Таблица 1

Экологические коэффициенты, характеризующие уровень опасности в расчетном слое почвогрунта

Показатели	Степень засоленности почвогрунта		
	слабая	средняя	сильная
Площадь (ω_{nm}), га	500	500	500
Порозность, в долях	0,47	0,46	0,45
Начальная минерализация, г/дм ³	2	2,5	3
Вытеснено солей (ΔS), т/га	39	55	116
Уровень грунтовых вод (УГВ), м	3	3	3
Объем воды до УГВ ($W_{УГВ}$), м ³ /га	14100	13800	13500
Промывная норма нетто (N_{nm}), м ³ /га	5000	6000	8000
Промывная норма брутто ($N_{бр}$), м ³ /га	6000	7200	9600
Запас солей в ГВ ($S_{ГВ}$), кг/га	28200	34500	40500
Допустимая минерализация в почвенном растворе, $C_M = (\Delta S + S_{ГВ}) / (W_{УГВ} + N_{бр})$, г/дм ³	3,34	4,26	6,77
Приток воды из каналов (Q), м ³ /сут	0,4	0,4	0,4
Продолжительность промывки, $t = (N_{nm} \cdot \omega_{nm}) / (86400 \cdot \eta \cdot Q \cdot t)$, сут	85	102	136

Показатели	Степень засоленности почвогрунта		
	слабая	средняя	сильная
Объем транзитных вод сбрасываемых в реку в процессе промывки			
$V_T = (N_{им} \cdot \omega_{им}) / (86400 \cdot Q \cdot t)$	0,85	0,85	0,85
Осадки промывного периода (P), м ³ /га	250	300	350
Насыщение влагой в расчетном слое (W_H), м ³	3200	3300	3350
Испарение в процессе промывки (E_o), м ³ /га	1000	1200	1600
Доля объема промывных вод поступающих из КДС: $q_k = (N_{им} + P - W_H - E_o) / N_{бр}$	0,175	0,25	0,354
Химизм засоления, хлоридное – (х)	х	х	х
Экологический коэффициент $\mathcal{E} = 1 - \exp(-C_M \cdot V_T \cdot q_k)$	0,39	0,60	0,87
Уровень опасности	мало опасно	умеренно опасно	очень опасно

Решение ряда важных геоэкологических и мелиоративных проблем связано с необходимостью надежного количественного прогноза продуктивности растений при различных климатических условиях и режимах питания. Основными проблемами являются следующее: обоснования решений по рациональному использованию ресурсов биосферы; мероприятия по охране окружающей среды; разработка водосберегающих технологий засоленных и орошаемых земель; совершенствование систем мелиорации земель и др.

Современные достижения новых технологий в экологии, экономической биоэнергетике и агроэкосистемах позволяют на основе системного изучения эколого-мелиоративных характеристик растений, разработать методы полноценного количественного прогноза продуктивности по заданным экологическим факторам [7].

Целью создания условий для улучшения почвообразовательного процесса, обеспечивающих возможность расширенного воспроизводства плодородия почв в процессе геоэкосистем. Для этого необходимо сохранять автоморфный режим почвообразования, грунтовые воды поддерживать на достаточно большой глубине, чтобы предупредить возможность вторичного засоления почв при минимальных затратах поливной воды.

Разработанная рекомендуемая технология позволяет восстановление засоленных и осолонцованных уплотненных почв на основе глубокого ($P_r = 0,8...1,0$ м) рыхления на фоне временного дренажа глубиной ($0,8...1,0$ м) и химических мелиорантов.

Основными методами регулирования гидрохимического режима являются воздействия на уровень грунтовых вод различными мероприятиями

(орошение, промывка, рыхление почв на фоне дренажа). На формирование водно-солевого, теплового и пищевого режимов в расчетном слое почвогрунта непосредственно влияют водно-физические и физико-химические процессы. Это обусловлено тем, что в результате орошения и промывки с применением дренажа резко изменяются условия формирования приходных и расходных элементов водно-солевого баланса, запасов солей, скорости инфильтрации, изменения передвижения влаги, испарения, оттока грунтовых вод и другие. Применение комплекса эколого-мелиоративных мероприятий позволило вытеснить выщелачиваемые токсичные соли из расчетного слоя.

При изучении механизма переноса солей, правильного регулирования водно-солевого и пищевого режимов необходимо определить следующие значения: растворение солей, выщелачивание пород, испарение почв и грунтовых вод, конвективную диффузию, перенос солей с фильтрационным потоком, ионно-солевое равновесие в системе раствор – твердая фаза, вытеснение поровых растворов и т.д. Основными параметрами систематического горизонтального дренажа являются расстояния между дренами, положение уровня грунтовых вод (УГВ) после осушения, напор между дренами, приток грунтовых вод к дрене и коллектору. Приток и сток вод к дрене с двух сторон определяются по формуле [1, 4, 10]

$$Q_0 = 4kh^2l / R, \quad (1)$$

где Q_0 – сток воды к дрене, м³; k – коэффициент фильтрации, м/сут; h – напор грунтовых вод между дренами, м; l – длина дрены, м; R – расстояние между дренами, м.

Приток воды к дрене с гектара за единицу времени определяется по следующему выражению

$$q_0 = \frac{Q_0}{t}, \quad (2)$$

где q_0 – модуль дренажного стока при данном напоре грунтовых вод, м³/га; t – продолжительность промывки, сут.

Тогда при известной величине фактической скорости движения воды в почвогрунте V_ϕ , легко можно определить нетто промывной нормы засоленных почв по следующей формуле [10]

$$N_{\text{ит}} = \frac{Q_0 \cdot V_\phi}{q_0}, \quad (3)$$

где $N_{нт}$ – промывная норма (нетто), м³/га; V_{ϕ} – скорость фильтрации в насыщенных слоях, м/сут.

При разработке эколого-мелиоративных мероприятий учитывались такие факторы как проявление накопления токсичных веществ, последствия накопившихся вредных веществ. Соответственно для каждого вида полива и промывок были разработаны способы предупреждения накопления токсичных веществ. При рассматриваемых видах полива необходимо, прежде всего, учитывать запасы влаги в корнеобитаемом слое, проводить высев определенных культур. Наибольший эффект предлагаемых мероприятий будет достигнут, если эколого-мелиоративные мероприятия проводить на фоне глубокого рыхления.

Для улучшения экологического состояния земель и эффективного использования водных ресурсов в орошаемых зонах, а также с применением гидротермического режима почвы можно установить суммарное водопотребление с минимальными затратами воды и промыть засоленности почвогрунта по следующим промывным формулам

$$N_H = 100H \cdot \gamma \cdot \beta_{HB}, \quad (4)$$

$$N_B = N_T \exp\left(-g \cdot \bar{R}\right), \quad (5)$$

Выравнивая формулы (4) и (5), получим

$$N_{од} = 100 \cdot H \cdot \gamma \cdot \beta_{HB} + N_T \exp\left(-g \cdot \bar{R}\right), \quad (6)$$

где $N_{од}$ – общая промывная норма, м³/га; H – расчетный слой почвы, м; N_H – насыщение воды, м³/га; γ – плотность почвы, т/м³; N_T – теплые воды для промывки, м³/га; β_{HB} – наименьшая влагоемкость почвы, %; N_B – нормы промывки для вытеснения солей из расчетного слоя, м³/га; g – интенсивность испарения в долях; \bar{R} – изменение показателя гидротермического режима под влиянием орошения или промывных норм ($\bar{R} = R/[L(O_c + N_p)]$) [2, 9, 12]; N_p – разовая норма промывки в зависимости от механического состава почвогрунтов, м³/га.

Проведение сравнительной оценки способов полива и промывки позволило разработать методы улучшения засоленных и солонцовых земель в экосистеме орошаемого земледелия (табл. 2).

Таблица 2

Методы улучшения засоленных и солонцовых земель

Технология полива	Эколого-агромелиоративные мероприятия	Вид работ	Проявление процессов накопления токсичных веществ	Последствия накопившихся вредных веществ	Способы предупреждения процессов накопления
По бороздам	Определение оптимальной поливной нормы с наименьшими затратами воды	Проведение бороздкового полива с учетом ресурсосберегающих технологий (длина, ширина, уклон местности, скорость впитывания и др.)	Аккумуляция труднорастворимых солей в течение вегетации	Влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур, ухудшение воднофизических свойств почвы	Применение полива с учетом запасов влаги в расчетном слое
По полосам	Определение оптимальной поливной нормы с наименьшими затратами воды и районирование солеустойчивых культур	Проведение бороздкового полива с учетом ресурсосберегающих технологий (длина, ширина, уклон местности, скорость впитывания и др.), а также солеустойчивость культур	Неполное растворение солей в корнеобитаемом слое	Влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур, ухудшение воднофизических свойств почвы	Применение полива с учетом запасов влаги в расчетном слое и высева определенных видов культур

Промывка на фоне глубокого рыхления	<p>Определение оптимальной поливной нормы, нейтрализация токсичных солей, повышение плодородия почвы, улучшение водно-физических свойств почвы</p> <p>Установление: вида культур, корнеобитаемого расчетного слоя, величины поливных норм (400...500 м³/га.)</p>	<p>Глубокое рыхление (РГ = 0,6...0,8) с применением химических мелиорантов и внесением органических удобрений</p> <p>Выбор культур по биологическим особенностям, установить технические показатели поливных машин</p>	<p>Вынос токсичных солей вместе с питательными веществами</p> <p>В соответствии технологии полива устанавливается химически состав и степень засоленности почвогрунтов в корнеобитаемом слое</p>	<p>Снижение плодородия почвы</p> <p>Отрицательное влияние процесса испарения летнего периода на листовую поверхность растений</p>	<p>Выбор оптимальной технологии глубокого рыхления</p> <p>Выбор дождевальных машин с учетом сложности рельефа, гидрогеологических условий и биологических особенностей районированных с/х культур</p>
-------------------------------------	---	--	--	---	---

При орошении и промывках засоленных почв происходит вынос солей из расчетного слоя. С фильтрационными водами вымываемые из почв соли поступают в грунтовые воды, а затем и в русла рек. Испарение с поверхности грунтовых вод определялось по методу водного баланса и обработка материалов, проведенных в исследовании, показала, что связь испарения грунтовых вод с глубиной залегания их уровня имеет экспоненциальный характер [5].

Интенсивность рассоления во многом зависит от технологических схем промывок и условий солеотдачи почв. Следовательно, трудно рассоляются почвы тяжелого механического состава с низкими коэффициентами фильтрации. В мелиоративной практике известно, что в процессе формирования аридных ландшафтов толща грунтов до глубины 10...20 м и более насыщена воднорастворимыми солями [3].

Анализ водно-солевого баланса орошаемых геосистем (Тасоткельский и Тентекский массивов) показывает, что при существующей технологии мелиоративных мероприятий оптимального опреснения почв трудно достичь необходимого уровня токсичности. Поэтому нужны более совершенные приемы мелиорации на основе новых технических и технологических средств. Научное обоснование и регулирование водно-солевого и пищевого режимов имеет первостепенное значение при проектировании и эксплуатации оросительных и коллекторно-дренажных сетей.

Новым техническим средством почвенно-экологических условий является горизонтальный дренаж на фоне глубокого рыхления. Он обеспечивает значительное ускорение процесса рассоления почвы. Предлагаемая технология выполняется следующим способом. Производится вспашка, планировка, и следом идет одностоечное рыхление. Передвижения агрегата должно производиться параллельно разрыхленной полосе. Колесо трактора проходит при этом по разрыхленной полосе на расстоянии, обеспечивающем перекрытие разрыхленной зоны. Мелиоративная практика показывает, что вспашка с рыхлением ускоряет в 2,5...3 раза промывной сезон, и сохраняет плодородие почвы от выноса всяких минеральных и органических веществ, а также способствует быстрому движению растворимых концентраций вредных солей в расчетном слое [9].

Одной из задач при расчете баланса грунтовых вод орошаемых геосистем является определения питания и параметров водоносного пласта. Величины питания и параметры водоносного пласта представляют

собой главнейшие исходные показатели необходимые для составления прогнозов уровня и подсчета баланса грунтовых вод.

В результате исследований мощность водоносного горизонта в любом сечении в период работы дрен может быть рекомендована следующим уравнениям [3]

$$h_x = \sqrt{h_0^2 + \frac{g}{k}(2R - x)x} . \quad (7)$$

Эффективность промывок засоленных почв находится в прямой зависимости от подготовки почвы и особенно от глубины и способа вспашки. Промывная норма засоленных почв является одним из основных почвенно-экологических и агротехнических мероприятий, обеспечивающих повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому, оптимальное установление нормы, тактности промывных поливов и способы подготовки почвы к проведению промывных поливов на засоленных землях имеют большое практическое значение в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и улучшении экологического состояния орошаемых геосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: 1990. – 60 с.
2. Ахмеджанов Т.К., Сейтказиев А.С., Чакеев У.Н. Возможность использования солнечной радиации при орошении теплообменными водами // Вестник НАН РК. – Алматы. – 2004. – №2. – С. 70-76.
3. Гордеева П.В. и др. Руководство к практическим занятиям по гидрогеологии – М.: Высшая школа, 1981.
4. Жапарова С.Б. Экологическая оценка методов улучшения засоленных земель в экосистеме Северного Казахстана: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати. – Тараз, 2007. – 20 с.
5. Рабочев И.С. Технические и биологические аспекты мелиорации и повышения плодородия пустынных почв: Тез. докл. / V съезд всесоюзного общества почвоведов. – Минск.: 1977. – С.125-127.
6. Руководство по гигиене атмосферного воздуха. – М.: Медицина, 1976. – 416 с.
7. Свентицкий И.И. Методика системного изучения зависимости продуктивности растений от экологических условий. // Вест. с-х наук. – 1980. – №9 (288). – С. 74-80.

ӘОЖ 551.501.81 (574.42)

**ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ
АНОМАЛИЯЛАРЫ**

Геогр. ғылымд. канд. С.Б. Саиров

1930...2008 жылдар аралығындағы Шығыс Қазақстан облысының температуралық режімінің ерекшеліктері қарастырылған. Ауа температурасының орташа айлық мәнінің аномалиялық ауытқушылықтарына талдау жүргізілген.

Ауа райы сипаттамасының өзгеруі көпеген ғылыми және практикалық тапсырмаларды шешу үшін қажет. Атап айтқанда, ауа температурасының күрт құбылуы адамның денсаулығы мен өмір сүруіне, сонымен қатар өндірістің барлық саласына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Әсіресе ауа температурасының орташа көп жылдықтан айтарлықтай ауытқуын ескерген жөн, яғни ауа температурасының аномалияларын. Шығыс Қазақстан облысы аумағында орташа айлық ауа температурасының ауытқушылығы бойынша зерттеулер бұрын-сонды жүргізілген жоқ.

Ауытқушылықтың критерийлері көп, бірақ көбінесе бір белгідегі аномалия қамтып отырған ауданның мөлшері бойынша критерий мен ауа температурасының белгілі шектен артық ауытқуы бар пункттердің саны қолданылады. [1].

Талдауға арналған стансалар өткен ғасырдың 30-шы жылдарынан осы күнге дейін ШҚО бойынша климаттық жағдайы сипаттамасының беріктілігі мен репрезентативтілігін (ірі өндірістік оралықтардан ауаша және қолда бар ақпараттың сапасы) ескере отырып, таңдалып келген.

Ауаның орташа айлық температурасы қалыпты бөлу заңына бағынады [2]. Осыған байланысты ауаның орташа айлық температурасының өзгеріп отыруын орташа шама мен орташа квадраттық ауытқудың көмегімен білуге болады [3]. Аномалиялықты анықтау үшін ауа температурасының барлық мәндері $t_{орт} \pm \delta$, $t_{орт} \pm 2\delta$, $t_{орт} > 2\delta$ шегінде интервалдар бойынша орналастырылды. $t_{cp} \pm \delta$ интервалына сәйкес келген жылдар қалыпты болып есептелді. $t_{cp} \pm \delta$ -дан $t_{cp} \pm 2\delta$ дейінгі интервалдағы жылдар – жылы немесе суық. 2δ артық ауа температурасынан артқан жылдар, сәйкесінше аномальды жылы және аномальды суық болып есептелген.

Бұдан әрі тек аномальды жылы және аномальды суық жылдар қарастырылады. Ауытқушылықтар, бұл ауа температурасы орташа айлық

температурадан ± 2 δ -ға және одан көп айырмашылық болған кезде, бүкіл бір жыл бойы кездеседі (1 кесте).

1 кесте

Аномальды жылы (алымы) және аномальды суық (бөлгіш) жылдардың қайталануы (%)

Станса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бақты	1,2	-	1,2	2,4	1,2	1,2	1,2	-	3,7	2,4	-	1,2
	3,7	6,1	2,4	1,2	2,4	2,4	2,4	6,1	6,1	3,7	3,7	3,7
Үржар	1,4	-	4,1	1,4	1,4	2,7	1,4	-	1,4	1,4	1,4	1,4
	4,1	4,1	1,4	-	2,7	-	2,7	4,1	4,1	4,1	2,7	4,1
Зайсан	1,1	-	1,1	2,2	1,1	2,2	2,2	1,1	3,4	2,2	1,1	1,1
	3,4	2,2	1,1	2,2	2,2	3,4	2,2	4,5	4,5	4,5	2,2	4,5
Лениногорск	1,4	-	1,4	1,4	-	2,7	1,4	4,1	2,7	2,7	-	-
	1,4	5,4	1,4	2,7	2,7	4,1	1,4	2,7	4,1	5,4	2,7	5,4
Семиарка	1,4	1,4	2,7	1,4	1,4	-	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	-
	2,7	2,7	-	5,5	2,7	2,7	2,7	2,7	1,4	2,7	4,1	5,5
Шемонаиха	1,4	1,4	4,1	2,7	2,7	-	-	1,4	2,7	1,4	-	-
	1,4	4,1	-	6,8	1,4	4,1	1,4	1,4	4,1	4,1	4,1	5,5
Қарауыл	1,4	1,4	2,8	2,8	-	-	-	1,4	1,4	-	-	-
	1,4	4,2	-	4,2	2,8	2,8	2,8	2,8	5,6	5,6	4,2	5,6
Баршатас	1,4	-	6,9	4,2	-	-	-	2,8	1,4	4,2	-	1,4
	2,8	5,6	1,4	5,6	4,2	2,8	2,8	4,2	5,6	5,6	1,4	4,2
Катон-Қарағай	-	-	3,9	1,3	1,3	-	3,9	1,3	2,6	2,6	-	-
	1,3	2,6	2,6	3,9	1,3	2,6	1,3	3,9	3,9	5,2	2,6	7,8
Үлкен Нарым	-	-	4,2	1,4	1,4	2,8	4,2	1,4	4,2	1,4	-	1,4
	2,8	5,6	-	4,2	1,4	2,8	1,4	5,6	2,8	2,8	2,8	4,2
Көкпекі	1,8	-	2,7	1,8	0,9	2,7	1,8	1,8	1,8	3,6	0,9	0,9
	2,7	3,6	1,8	1,8	1,8	4,5	1,8	1,8	5,4	2,7	2,7	5,4
Жалғызтөбе	1,3	1,3	2,7	2,7	-	-	-	1,3	2,7	2,7	-	1,3
	1,3	4,0	1,3	4,0	2,7	2,7	2,7	4,0	5,3	4,0	2,7	6,7
Аягөз	1,4	1,4	2,7	2,7	-	1,4	-	1,4	1,4	4,1	-	1,4
	1,4	4,1	-	2,7	2,7	1,4	2,7	2,7	6,8	5,5	2,7	6,8

Теріс ауытқушылықтар қыс мезгілінде, әдетте Сібір антициклонның сілемімен, ал жаз кезінде батыс пен солтүстіктен күшті әрі жылдам ауысымды ауа массаларының басып кіруімен байланысты. Оң аномалиялар қыс кезінде оңтүстіктен ауа массаларының адвекциясы кезінде, жазғы уақытта тұрақты антициклонды ауа райы кезінде байқалады.

Теріс аномалиялар көбінесе қыс және күз айларында жиі кездеседі. Желтоқсан нағыз теріс ауытқушылықтарға толы ай, олардың қайталанғыштығы орталық және шығыс таулы аудандарда айрықша жоғары, бұл жерлерде ол 7...8 % жетеді, ол 12...14 жылда бір рет деп есептеледі, облыстың қалған аумағында 5 % дейін, яғни 20 жылда бір рет. Ақпан айында теріс ауытқушылықтар орташа есеппен 25 жылда бір рет кездеседі, олардың қайталанғыштығы 4 % жетеді. Қыс кезінде бәрінен сирек теріс ауытқушылықтар қаңтар айында кездеседі. Қаңтардағы теріс

ауытқушылықтардың қайталанғыштығы орташа есеппен 2 % құрайды, яғни олар 50 жылда бір рет кездеседі, дей тұрғанмен облыстың оңтүстігінде қайталанғыштық 4 % дейін өседі, ол 25 жылда бір ретті құрайды.

Ауа температурасының оң аномалиялары қыс кезінде Шығыс Қазақстан облысы аумағында сирек кезігеді, олар облыстың барлық аумағында тек қаңтар айында ғана, олардың қайталанғыштығы 1%-ға дейін өскенде тіркеледі, яғни 100 жылда бір рет.

Көктемде оң және теріс сипаттағы ауытқушылықтар тең шамада кездеседі. Теріс ауытқушылықтар көбінесе сәуір айында кездеседі, ал мамыр айында сирек. Теріс ауытқушылықтардың қайталанғыштығы 5 % дан 7 %-ға дейін облыстың солтүстік және батыс аудандарында айрықша жоғары (сәуір), наурыз айында облыстың барлық аумақтары үшін 1 % құрайды, мамырда – 2 %. Оң ауытқушылықтардың қайталанғыштығы наурызда облыстың барлық аумақтарында 3 % дейін көтеріліп, сәуірде 2 %-ға, мамырда 1 % дейін төмендейді. Аномалиялық жылы наурыз облыстың оңтүстігінде орташа есеппен 50 жылда бір рет болады, басқа аумақтарда 25...30 жылда бір рет, сәуір айында ауа температурасының аномалиялық артуы облыстың барлық аумағында 50 жылда бір рет кездеседі, мамырда одан да сирек – 100 жылда бір рет. Аномалиялық суық көктем көбінесе облыстың солтүстігінде, батысында және таулы аймақтарында орташа есеппен 20 жылда бір келеді.

Жазда Шығыс Қазақстан облысы бойынша оң аномалияларға қарағанда көбінесе теріс аномалиялар жиі кездеседі. Жазда теріс аномалиялардың қайталанғыштығы жаз бойы облыстың барлық аумақтарында бірқалыпты таралып, орташа есеппен 3 % құрайды, яғни 30 жылда бір рет. Теріс ауытқушылықтардың тамыз айында ерекше көп болатындығын айта кеткен жөн, ол 25 жылда бір рет аномалиялық суық болуы мүмкін.

Оң аномалиялық жаз кезінде облыстың оңтүстігі мен оңтүстік-шығысында жиі кездеседі, оның қайталанғыштығы 3...4 % құрайды. Орташа есеппен жаз кезінде облыстың барлық аумақтары үшін оң аномалиялардың қайталанғыштығы 1 %-дан 2 %-ға дейін құбылады, яғни олар 50...100 жылда бір рет кездесуі мүмкін.

Күз мезгілінің басынан теріс аномалиялардың қайталанғыштығы 5 %-дан (қыркүйек) 3 %-ға дейін (қараша) азаяды. Облыстың батысы мен орталық аудандарында әсіресе суық айлар 15...20 жылда бір рет кездесуі мүмкін. Сондай-ақ, қыркүйек және қазан айларында оң аномалиялардың қайталанғыштығы едәуір көп, бұл облыс бойынша 2 % құрайды, орталық және батыс аудандарда 3...4 % дейін ұлғаяды.

Орташа айлық температура ауытқушылықтарының аудандық критерийлерін айлар бойынша қарастыру барысында келесі шарттар алынды. Егер облыстың көптеген аумақтарында ауаның орташа айлық

температурасы $t_{орт} + 2$ төмен болса, ол аномалиялық суық жылға, ал егер $t_{орт} + 2$ жоғары болса, аномалиялық жылы жылға жатқызылған.

2 кесте

ШҚО аумағындағы аномальды жылы және аномальды суық жылдар

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Аномальды суық											
1969	1945	-	1979	1954	1956	1972	1967	1968	1961	1950	1935
	1951			1960	1958		1969	1972	1976	1952	1938
	1969								1987		1944
									2000		1949
											1966
											1984
Аномальды жылы											
2002	-	1963	1997	-	1977	1974	1998	1953	1936	-	1989
		2008						1966	1997		

Аномалияны ауқымды зерттеу 50% (яғни әрбір екінші) суық және жылы аномалиялар облыстың барлық аумағын қамтитындығын көрсетті. Шығыс Қазақстан облысы бойынша аномалиялар кеңістік жағынан тек сапалық сипаттармен көрінеді.

Қыс кезінде аномальды суық жылдарда ауаның орташа айлық температуралары солтүстік, шығыс және орталық аудандарда 12, 14 °С дейін, оңтүстік және батыс аудандарда 24, -26 °С дейін төмендейді. Әсіресе қаңтар айында аномалиялар айқын көрінеді. Жазғы уақытта суық аномалиялар айтарлықтай сирек байқалады. Жаздың ортасында ауаның орташа айлық температурасы 18, 19 °С дейін, таулы аудандарда 12, 14 °С дейін төмендеуі мүмкін. Теріс ауытқушылықтармен көлемді температуралық аномалиялар жалпы аномалиялар мөлшерінің үштен екісін құрайды. Оң аномалиялардың таралу сипаты, жалпы мөлшердің тек үштен бірін ғана құрағанмен, кеңістікте тұрақты.

Көлемді оң аномалиялар ерте көктемгі және ерте күзгі кезеңдерде айтарлықтай жиі кездеседі. Олар облыстың барлық аумағын қамтитын оң аномалиялардың жалпы мөлшерінің ерте көктемгі кезеңде 30 %, ерте күзгі кезеңде – 25 % құрайды. Ауаның орташа айлық температуралары наурызда 0, 1 °С дейін, оңтүстікте 2, 4 °С дейін, сәуірде 10, 12 °С дейін, оңтүстікте - 15, 16 °С дейін көтеріледі. Айтарлықтай ыстық жылдарда ауаның орташа айлық температурасы жаз кезінде облыс бойынша 24, 25 °С дейін, облыстың оңтүстігінде біршама жоғары - 26, 27 °С дейін жетеді.

Зерттеулер, ауқымды кеңістікті аномалиялардың, сондай-ақ, уақытта да тұрақты болуын, яғни бірнеше ай бойы бақылана алатындығын көрсетті. 20-шы ғасырдың 90-шы жылдарының басынан оң ауытқулар анағұрлым жиі кездесіп келеді. Бір жыл ішінде, мезгіліне қарамастан, теріс аномалияларға қарағанда оң аномалиялар уақыт жағынан тұрақсыздау.

Тұрақты оң аномалиялар 1997 жылдың сәуір және қазан айларында ШҚО-ның барлық аумағында байқалған. Ұзақ уақытқа созылған теріс аномалиялар 1949 жылы (қыркүйек, желтоқсан) және 1951 жылы (ақпан, қараша) байқалды. Теріс аномалиялар уақыт жағынан суық жыл мезгілінде айрықша тұрақты болғанмен, ерекше суық жылдарда олар жылы жыл мезгілінде де жалғаса береді. Мысалы, 1969 жылы, теріс аномалиялар қаңтар, ақпан және тамыз айларында байқалған секілді. Аномалиялар, сонымен қатар жыл бойы өзінің белгісін өзгертіп отыра алады, мысалы, 1936 жылы облыс аумағында тамыз айында теріс аномалия, ал қазанда - оң аномалия байқалған. 1966 жылы қыркүйекте- оң аномалия, желтоқсанда - теріс аномалия байқалған.

Осы сынды зерттеулерді бірқатар ұзағырақ бақылаулар үшін жүргізу қызықты болар еді (100 жыл және одан да көп). Бірақ, Шығыс Қазақстан облысы бойынша, мұндай талдау үшін мұншама ұзақ бақылаулар қатары бар метеостансалар жеткіліксіз. Дей тұрғанмен, тіпті қолда бар материалдан аномалия белгісінің циклігі көрініс береді. 19 ғасырдың соңынан 20-шы ғасырдың 30-шы жылдарына дейін оң аномалиялар басым болып, 30-шы жылдардан бастап 80-ші жылдардың ортасына дейін – теріс аномалиялар, 90-шы жылдардың ортасынан қазіргі таңға дейін - қайта оң аномалиялар басым болғандығы айқын көрініп тұр.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Апасова Е.Г. Об аномальности средних месячных температур воздуха на Европейской территории СССР, в Западной Сибири и Северном Казахстане в холодное полугодие. // Труды Гидрометцентра СССР. – 1972№ – Вып. 93. – С. 3-11.
2. Климат Казахстана. / Под редакцией А.С. Утешева. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 366 с.
3. Методы климатологической обработки метеорологических наблюдений. /Под ред. О.А. Дроздова. – Л.: Гидрометеоздат, 1957. – 492 с.

Восточно-Казахстанский Центр гидрометеорологии, г. Усть-Каменогорск

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ АНОМАЛИИ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Канд. геогр. наук С.Б. Саиров

Рассмотрены особенности температурного режима Восточно-Казахстанской области за период 1930...2008 гг. Проведен анализ аномальных отклонений средних месячных значений температуры воздуха.

УДК 551.438.5 (470.311)

**ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПРИНЦИПЫ
ИХ ВЫДЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА)**

Р.Т. Бексеитова

В статье на примере территории Центрального Казахстана рассматриваются принципы выделения основных единиц эколого-геоморфологических систем и их обоснование.

Любые исследования есть решение задач той или иной научной отрасли. Следовательно, для понимания сути проводимых исследований необходимо определиться с объектом и предметом изучения, связанным с этими исследованиями научного направления. В нашем случае – это экологическая геоморфология.

Объектом изучения геоморфологии является рельеф и рельефообразующие процессы. Предметом же изучения являются все возможные характеристики рельефа и рельефообразующих процессов – строение (внутреннее и внешнее) и параметры, происхождение, возраст, внутренняя (эндокинез) и внешняя (природа) среда их становления и развития, особенности эволюции во времени, оценка и прогноз развития рельефа и рельефообразующих процессов и др. Экологический подход к анализу и оценке состояния и изменения этих характеристик образует существо экологической геоморфологии. Отсюда, необходимо определиться с содержанием понятия «экологический подход». Если признать, что современная экология выясняет последствия хозяйственной деятельности человека, определяющие современное состояние окружающей природной среды, то, следует думать, что экологическая геоморфология должна выявлять роль рельефа в тех отношениях, которые сложились между природой и человеком (с его хозяйственной деятельностью) на земной поверхности. Экологический подход означает анализ и оценку рельефа, структуры, вещества окружающей человека среды и прогноз результатов его (человека) воздействия на эту среду [7, 12]. Следовательно, оценка роли и функций рельефа с экологической позиции прямо или косвенно связаны с человеком, с его жизнью, со всеми ее аспектами – экономическим, социальным, политическим, культурным.

С позиции системного анализа объектом изучения экологической геоморфологии являются эколого-геоморфологические системы, представляющие собой разноранговые сложные динамические единства. Признавая объективность существования этих систем, в то же время необходимо определиться с их границами.

Любые природно-антропогенные изменения верхней (литоморфной) части земной коры совершаются в каком-то определенном пространстве. Однако каждый экзодинамический процесс со временем может проявиться на любом участке верхней части земной коры, только степень преобразования при этом будет различной. И эта степень будет определяться сочетанием ряда факторов, в том числе геоморфологического и в частности морфологией рельефа, содержанием и свойствами литогенной основы. Разнообразные природные тела (горные породы, рыхлые наносы, кора выветривания, почвы, воды, микроорганизмы, газы) поверхностной части земной коры связаны потоками вещества и энергии в единое целое и формируют различные по степени сложности, устойчивости, тесноте связей и типам функционирования природные *геоморфологические системы*. Воздействия человека на рельеф, а значит и на вещественно-энергетические потоки внутри геоморфологических систем, вносят определенные пространственно-временные изменения в динамику, направленность и мощность этих потоков, изменяя тем самым внутреннюю структуру этих систем [1].

Существует ряд подходов к выделению эколого-геоморфологических систем, как объектов исследований экологической геоморфологии. Ю.Г. Симонов, используя бассейновый подход, в качестве объекта эколого-геоморфологических исследований предлагает эрозионно-денудационную систему в рамках речной системы, т.к. миграция загрязняющих веществ подчиняется в целом бассейновой организации [12]. Геотопологический подход А.Н. Ласточкина предполагает в качестве элементарной природно-территориальной системы положение составляющей его литогенную основу элементарной поверхности. [10]. Согласно морфоструктурному подходу – это структурно-морфологические системы как сублимированные проявления противоречивого взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов при ведущей активной роли либо эндогенного фактора (это морфоструктура), либо экзогенного (включая антропогенный) фактора (это морфоскульптура) [3, 4, 8, 14]. По мнению О.В. Кашменской «центральное место в современной науке принадлежит изучению сложных ди-

намических систем, свойствами которых определяется специфика системного подхода. Одной из них является геоморфологическая система», для которой характерны саморазвитие и саморегуляция [6]. В.И. Кружалин видит решение сложных экологических проблем через анализ и оценку экологической роли рельефа в рамках сложной системы «природа – хозяйство – население». При выделении эколого-геоморфологических систем им рассматриваются взаимосвязи между рельефом и ПТК, между рельефом и хозяйством, рельефом и населением (этносом). Поскольку арена размещения ПТК, хозяйства и населения общая, то, на наш взгляд, такое разделение есть условное, направленное на решение тех или иных исследовательских задач. Н.В. Скублова считает, что эколого-геоморфологическая система может рассматриваться с позиции различных подходов или концепций в зависимости от решаемых проблем [7, 13].

При любом подходе выделяется способность геоморфологических систем (так и эколого-геоморфологических систем – Р.Б.) в своем развитии обмениваться с окружающей средой веществом и энергией (гидро-, био- и литодинамические составляющие). Кроме этого эколого-геоморфологические системы отличаются друг от друга различными свойствами – размерностью, сложностью (элемент рельефа – форма рельефа – комплекс форм рельефа), устройством или структурностью (системообразующие процессы, их сочетание и характер), функционированием (механизм рельефообразования, приводящий к определенному результату), динамичностью (скорость эволюции) [2].

Принципы выделения эколого-геоморфологических систем Центрального Казахстана зависят, прежде всего, от геолого-геоморфологического и климатического факторов рельефообразования, а также характера хозяйственного освоения конкретной территории.

Геолого-геоморфологический фактор включает влияние как собственно геоморфологического фактора (особенности ранее сформированного рельефа, его морфоорография), создающего территориальные различия и определенный набор рельефообразующих процессов, так и строения, обнаженности и степени устойчивости литогенной основы. Климатический фактор обуславливает особенности и разнообразие физико-географических условий, влияющих на особенности формирования эколого-геоморфологических систем. Климат Центрального Казахстана обусловлен в целом его географическим и внутриконтинентальным положением, а внутренние климатические различия – морфоорографическим фактором.

Освоение территории Центрального Казахстана охватывает многие виды хозяйствования, но системообразующим является горнорудное производство. Причиной этого является близость, а иногда и открытость базальных платформенных структур, многие из которых являются рудовмещающими. С их разработками (как наземными, так и подземными) связаны выемки огромных масс горных пород с формированием сети наземных и подземных пустот, складирование пустых отвалов и отработанных пород в огромные терриконы и пустошные поля. Следствием добычи руд на глубинах, близких к глубинам залегания пластов подземных вод, закачки, а то и прорывов вод в горные разработки являются формирование систем трещиноватости и дробления в пластах горных пород, засоление, загрязнение, изменения циркуляции подземных вод, выщелачивание горных пород, образование оседаний и провалов отработанных подземных пустот [3]. Все это приводит к изменению мезо- и микроморфометрии рельефа, т.е. к увеличению расчлененности, что, в свою очередь, ведет к увеличению общей площади контакта горных пород и экзогенных агентов с соответствующим увеличением общей площади выветривания и усилением движения рыхлых образований по склонам и днищам новообразованных саев, логов, котловин. Нарастание площадей отработанных земель – техногенных пустошей стало причиной резкой активизации ветровой эрозии, насыщению ветровых потоков мелкоземистым материалом, разброс которого на значительных площадях приводит к угнетению почвенно-растительного покрова и, как следствие – к дальнейшему расширению площадей, подверженных дефляции, особенно вблизи крупных населенных пунктов. Увеличение площадей сельскохозяйственного производства, в связи с усиливающейся аридностью климата, приводит к такому же рельефообразующему эффекту.

Территория Центрального Казахстана представляет собой основания древних складчатых сооружений, полностью разрушенных в мезокайнозойское время и превращенных в пенеплен. Последний в дальнейшем был деформирован новейшими тектоническими движениями с последующим формированием различных типов рельефа – мелкосопочника, низкогорий, денудационных и аккумулятивных равнин.

В пространственном размещении основных типов рельефа прослеживается определенная закономерность, обусловленная структурным планом новейших тектоморфосистем. Ограниченный с трех сторон морфологически выраженными прогибами (на севере – Западно-Сибирской впадиной и долиной Иртыша, с запада – Тургайским прогибом, и юге –

предгорными прогибами) Казахский щит протянулся с запада на восток более чем на 1200 м, а с севера на юг – до 600...700 м. Характерной особенностью рельефа Казахского щита является общая сводовая приподнятость, ярусность, преобладание в рельефе абсолютных высот более 500 м и сопочное расчленение. В гипсометрическом плане территория отчетливо делится на две части – западную и восточную, возвышающиеся на фоне относительно равнинной поверхности, осложненной отдельными впадинами. Западная часть – корни каледонских структур, вытянутые в меридианальном направлении до 980 км, – характеризуется большей выравненностью денудационного рельефа со средними абсолютными высотами от 300 до 600 м [3, 4, 11]. На фоне денудационных равнин выделяются горно-сопочные массивы (с абсолютными высотами более 1000 м) – меридианально ориентированный Улытау-Арганатинский на западе и субширотно ориентированный Кокшетауский на севере. Между этими поднятиями располагается равнина Тенизской впадины. К востоку от Улытау-Арганатинского горно-сопочного поднятия протягивается субширотно ориентированный Сарысу-Тенизский водораздел, выраженный возвышенной сопочно-рядовой равниной с абсолютными высотами 600-800 м, переходящий в обширный Центрально-Казахстанский низкогорный пояс. Ядро пояса образует система низких гор на приподнятом фундаменте денудационных равнин и мелкосопочника. Система низкогорий с абсолютными высотами в пределах 1000...1560 м отличается различной морфологией и северной, северо-западной (согласно простиранию основных пликативных и дизъюнктивных структур фундамента) ориентированностью сопок и гряд и расчленяющих их долин. К северу и югу от этого пояса наблюдается ступенчатое понижение абсолютных высот поверхности.

Первым шагом при выделении эколого-геоморфологических систем рассматриваемой территории на основе функционально-территориального принципа было проведение главного водораздела между бассейном Северного Ледовитого океана и Арало-Балхашским внутриконтинентальным бессточным бассейном. Этот главный водораздел отличается одной особенностью. Он разделяет водосборы крупных рек рассматриваемой территории. Поэтому он является одновременно разделом их бассейнов. Далее, учитывая влияние соляного климата, т.е. используя природно-зональный принцип, внутри этих секторов можно выделить 4 области со своими комплексами рельефообразующих процессов – степную, сухостепную, полупустынную и пустынную. В пределах областей с

учетом морфоструктурного и морфоорографического факторов и, соответственно, особенностей циркуляции атмосферы можно выделить границы эколого-геоморфологических провинций. Таких провинций в каждой области будет как минимум 3 – низкогорная, денудационных равнин и аккумулятивных равнин. Далее, было бы логичным выделение в пределах провинций речных бассейнов, однако это, в силу размытости большей части водораздельных пространств, вызывает определенные затруднения. Поэтому, дальнейшее деление, на наш взгляд, можно проводить с учетом ступенчатости рельефа выделенных провинций – склоны низкогорий, поверхности прилегающих к ним возвышенных денудационных равнин (с сопочным и несопочным расчленением) с маломощным чехлом рыхлых элювиально-делювиальных и элювиально-пролювиальных отложений (в пределах первых метров), поверхности сниженных денудационных равнин с чехлом рыхлых делювиальных, делювиально-пролювиальных, пролювиально-аллювиальных отложений (в пределах первых десятков метров), аккумулятивных равнин с преимущественно аллювиальным наполнением (днища относительно крупных речных долин) и пониженные аккумулятивные равнины, выполненных озерно-аллювиальными и аллювиально-эоловыми отложениями. Как видно, можно дифференцировать 5...6 таких ступеней – эколого-геоморфологических областей. Дальнейшее деление можно завершить выделением элементарных систем – морфолитотипов (однородных эколого-геоморфологических районов). Морфолитотип – это система пространственно связанных в своем развитии элементов рельефа на определенном литологическом комплексе. В ее пределах качественный и количественный состав и скорости экзодинамических процессов обладают сходством в той степени, в какой это обеспечивает единообразие литоморфной структуры и функционирование данной элементарной системы. Морфолитотипы могут занимать различное пространственно-высотное положение. Элементарные морфолитотипы, занимающие водораздельное или междуречное положение, можно назвать, пользуясь терминологией М.А. Глазовской [16], *автономными*, а находящиеся на более низких гипсометрических уровнях – *подчиненными*. Последние можно подразделить на *транзитные* и *конечные*. Примером *транзитных* морфолитотипов являются различные склоны, а *конечных* – днища межсопочных понижений, днища саев, логов, долин, впадин, котловин. Различия пространственно-высотного положения будут определять характер и интенсивность экзодинамических процессов. Выделение морфолитотипов по-

звolyет давать не только описания качественного состояния, но и анализировать количественные отношения между явлениями и объектами системы, но и разграничить последствия как в пределах непосредственно «используемого» морфолитотипа, так и соседних морфолитотипов. Таким образом, можно проследить характер и степень реагирования различных морфолитотипов на одно и то же антропогенное воздействие и проводить соответствующие прогнозные исследования.

После проведения вышеизложенной работы остается только наложить рассмотренные типы сеток деления друг на друга и получить при их пересечении однородную эколого-геоморфологическую территориальную операционную единицу, т.е. морфолитотип как однородный эколого-геоморфологический район.

Автор не исключает и других подходов в выделении территориальных единиц эколого-геоморфологических систем, однако при любом раскладе необходимо помнить конкретные отличительные особенности строения и развития литогенной основы, рельефа, природно-климатических проявлений на территории исследования, поскольку именно они в значительной степени определяют характер и степень хозяйственного освоения (в том числе и расселение населения) территории Центрального Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бексеитова Р.Т. Некоторые теоретические вопросы эколого-геоморфологических исследований. // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы: 2001. – С. 237-238.
2. Борсук О.А., Симонов Ю.Г. Морфосистемы, их устройство и функционирование // Системные исследования природы. «Вопросы географии», сборник 104. – М.: Мысль, 1977. – С. 170-178.
3. Воскресенский С.С. Геоморфология СССР. – М.: МГУ, 1972. – 147 с.
4. Герасимов И.П. Равнины и горы Средней Азии и Казахстана. – М.: Наука, 1975. – 262 с.
5. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу. / В кн.: Биохимические циклы в биосфере. – М.: 1976. – С. 99-141.
6. Кашменская О.В. Теория систем и геоморфология. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1980. – 119 с.

7. Кружалин И.В. Экологическая геоморфология суши. – М.: «Научный мир», 2004. – С. 13-18.
8. Кузьмин С.Б. Геолого-геоморфологический каркас для выделения классов экологической опасности территории (на примере Иркутской области) // Геоморфология. – 2002. – №1. – С. 33-43.
9. Кусбекова М.И. Суффозионные деформации в основаниях при фильтрационном воздействии агрессивных вод // Материалы научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Жезказганского университета. – Жезказган: 1999. – С. 149-153.
10. Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. – Л.: Недра, 1987. – С. 34-46.
11. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. – Л.: ЛГУ, 1965. – 295 с.
12. Симонов Ю.Г. Анализ геоморфологических систем. // Актуальные вопросы теоретической и прикладной геоморфологии. – М.: ГО СССР, 1976. – С. 69-92.
13. Скублова Н.В. Геоморфологический анализ при комплексной оценке и прогнозировании геоэкологических ситуаций. // Геоморфология. – 1995. – №2. – С. 65-73.
14. Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: объект, цели и задачи // Геоморфология. – 1991. – №1. – С. 43-48.
15. Яценко Р.И. Выделение морфолитосистем для эколого-ландшафтного районирования (на примере Верхнеджидинского природного района, Байкальский регион). // Геоморфология. – 2001. – №1. – С. 17-24.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы

**ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ
ЕРЕКШЕЛЕУ ПРИНЦИПТЕРІ (ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫ
МЫСАЛЫНДА)**

Р.Т. Бексеитова

Мақалада Орталық Қазақстан территориясы мысалында экологиялық-геоморфологиялық жүйелерді құрайтын бірліктердің бөліп шығару принциптері және олардың негізділуі қарастырылады.

УДК 556.16

**ОЦЕНКА РЕЧНОГО СТОКА В БАСЕЙНЕ МАЛОГО
АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Ж.Ж. Смагулов

Проведена количественная оценка произошедших антропогенных изменений речного стока, по данным фактических наблюдений, по рядам приведенных к многолетнему периоду.

Бассейн Аральского моря, как известно, относится к районам древнего орошения, и вначале прошлого столетия водный режим реки был естественным и характеризовался чертами, присущими рекам снегово-ледникового питания. Нарушение естественного режима реки начало ощущаться с 30-40-х годов прошлого столетия, когда началась активная водохозяйственная деятельность в бассейнах притоков и на самой реке, и с началом монопольного возделывания хлопчатника (1938 г.). Постепенный рост антропогенных нагрузок в 40-х и 50-х годах 20-столетия компенсировался за счет многоводной фазы 1948...1960 гг. Однако, отъем воды все увеличивался и в 70-е годы в сравнении с 30-ми годами антропогенные затраты воды в бассейне возросли почти вдвое. С 70-х годов наступил маловодный период, и с 1974 г. произошло резкое уменьшение стока в нижнем течении Сырдарьи. Начиная с 1987 г. наблюдается повышение объемов стока реки, и это связано с естественным многоводьем в верховьях реки, которое прослеживается до настоящего времени.

Промышленные, коммунальные и прочие водоотведения значительно малы по сравнению с орошаемым земледелием, которое потребляет свыше 90 % всего используемого объема воды, и поэтому водная мелиорация оказывает преобладающее влияние на состояние ресурсов поверхностных вод и водные объекты. Наряду с этим равнозначным компонентом водохозяйственной отрасли региона является гидроэнергетика, вследствие чего все основные гидроузлы в бассейне р. Сырдарьи созданы как комплексные. В последнее время происходит противоречие, которое заключается в том, что в верховьях бассейна формируется большая часть водных ресурсов региона и преобладают интересы водопользователей, эксплуатирующих энергетический потенциал воды, т.е. основная часть

объемов годового стока проходит в зимний период, в то время как ниже расположенным орошаемым землям вода необходима летом.

Развитие хозяйственной деятельности в бассейне р. Сырдарья, интенсивный рост водопотребления для нужд экономики привели к основной трансформации гидрологического режима рек бассейна, и нарушили естественный водный режим. В этих условиях количественная оценка произошедших антропогенных изменений стока и восстановление естественного стока в гидрологических створах имеет большое значение для гидрологических расчетов и водохозяйственного анализа [2, 7, 8, 10]. Таким образом, можно выделить 2 периода с неодинаковым гидрологическим режимом в нижнем течении, а именно, первый – условно-естественный, начиная с 1911 г. по 1956 г., когда началось интенсивное водопользование наряду со строительством Кайраккумского водохранилища, и второй – антропогенный, после указанного периода, хотя воздействия на сток в течение последнего тоже неоднородно.

По характеру воздействия на гидрологические процессы все факторы хозяйственной деятельности можно условно объединить в две основные группы:

1) факторы, обусловленные русловым регулированием и непосредственными изъятиями воды из русловой сети на хозяйственные нужды (создание и эксплуатация водохранилищ, крупные водозаборы и сбросы, переброски стока и т.п.);

2) факторы, не связанные с непосредственными изъятиями воды, но изменяющие условия формирования поверхностных вод и других элементов водного баланса на водосборах рек за счет преобразования подстилающей поверхности (агротехнические и мелиоративные мероприятия, урбанизация, осушение земель и т.п.) [3].

В крупных обжитых водосборах, как правило, одновременно действует большое количество факторов, относящихся к обеим группам, которые находятся в сложном взаимодействии друг с другом. Однако, в зависимости от физико-географических условий и особенностей хозяйственной деятельности населения в том или ином бассейне обычно можно выделить главные факторы, оказывающие на водные ресурсы и гидрологические процессы основное, преобладающее воздействие, и вспомогательные факторы, имеющие подчиненное значение.

В бассейне р. Сырдарья в качестве основного фактора выступает орошаемое земледелие, а все остальные факторы имеют подчиненное зна-

чение. Действительно, для улучшения условий орошения в бассейнах производится регулирование стока, осуществляется оросительная мелиорация, совершенствуются приемы агротехники, одновременно с которыми растут урбанизированные площади и увеличивается водопотребление на промышленные и коммунальные нужды.

Количественная оценка влияния хозяйственной деятельности на сток рек представляет собой чрезвычайно сложную задачу не только из-за множества действующих (нередко в разных направлениях) факторов, но и потому, что антропогенные изменения, имеющие, как правило, направленный характер, накладываются на естественные колебания стока. Кроме того, не всегда имеются надежные данные полного учета на речных водосборах объемов водозаборов и безвозвратных потерь воды на различные хозяйственные нужды.

Для количественной оценки произошедших и ожидаемых антропогенных изменений речного стока применяются различные расчетные методы. При этом, в первую очередь, естественно, оцениваются и анализируются произошедшие изменения стока рек. Для этого применительно к большим водосборам возможны два принципиально различных методических подхода.

Первый методический подход предполагает интегральную оценку антропогенных изменений гидрологического режима в результате исследования динамики наблюдаемого стока в гидрологических створах за многолетний период одновременно с основными естественными стокообразующими факторами и развитием хозяйственной деятельности в бассейнах.

Второй – основывается на дифференцированной оценке роли каждого антропогенного фактора в отдельности, путем учета данных по непосредственным изъятиям воды на хозяйственные нужды и сбросам использованных вод в реки, а также путем применения балансовых методов расчета влияния косвенных факторов, преобразующих характер подстилающей поверхности водосборов.

Нами выбранная методика основана на исследовании колебания стока в различных створах р. Сырдарья в различные, в отношении антропогенного изменения, периоды. Такой подход объясняется в первую очередь сложностями, возникшими в связи как с недостаточностью информации об водопользовании, так и их ненадежностью. Как отметили выше, период до 1955 г. можно отнести к условно-естественному. Для створов на р. Сырдарье на территории Республики Казахстан, имеющих данные на-

блюдений до указанного года, когда начались ощутимые изменения стока рек бассейна, в качестве пункта-аналога выбран – суммарный приток в Токтогульское и Андижанское водохранилища, выше которых воздействие хозяйственной деятельности на сток рек Нарын и Карадария невелики. Для некоторых створов, по которым не было фактических данных о стоке до 1955 г., аналогами послужили самые ближайшие по расположению пункты, с которыми имелась связь за совместный с наблюдениями период, и естественный сток которых был восстановлен. При этом, исследовался фактический наблюдаемый сток на указанных створах, а для восстановления использовался восстановленный (условно-естественный) сток пункта-аналога. Материалы по гидрологическому режиму рек бассейна р. Сырдарьи взяты согласно [1, 4, 5, 6, 9].

Сток воды как опорных пунктов, имеющих условно-естественный сток, так и восстановленных, проверен на однородность. Данные расчетов, произведенных для проверки однородности на уровне 5 %-й значимости не противоречат предположению об однородности восстановленных рядов.

Зарегулирование Сырдарьи водохранилищами, гидроузлами в связи с интенсивным развитием орошаемого земледелия обусловило глубокие изменения стока реки на всем протяжении. Наибольшие изменения стока реки произошли, начиная с Ферганской долины.

До конца 50-х годов прошлого столетия безвозвратные расходы воды в бассейне р. Сырдарьи не были столь ощутимы как после 60-х годов того же столетия в связи с естественным многоводием в зоне формирования стока, но естественный режим был нарушен. Наглядно это видно на рис. 1.

Общая тенденция сокращения стока, начатая с 60-х годов 20 в., сохраняется до сих пор для всех створов наблюдения, расположенных на казахстанской части р. Сырдарьи.

На р. Сырдарье и ее основных притоках на территории Казахстана (рр. Арыс и Келес) за период с 1912 по 2004 гг. наблюдались два маловодных и три многоводных цикла. Начало первого многоводного периода полностью не охвачены наблюдениями, а второй продолжается до настоящего времени. На рис. 2 приведена динамика изменения условно-естественного стока восстановленного с учетом водохозяйственных мероприятий в рассматриваемом бассейне, а также общая для всего бассейна тенденция в виде общего для всех створов 10-летнего скользящего среднего. На рис. 2 хорошо прослеживается снижение стока 40-х и 80-х и увеличение 60-х и 90-х годов.

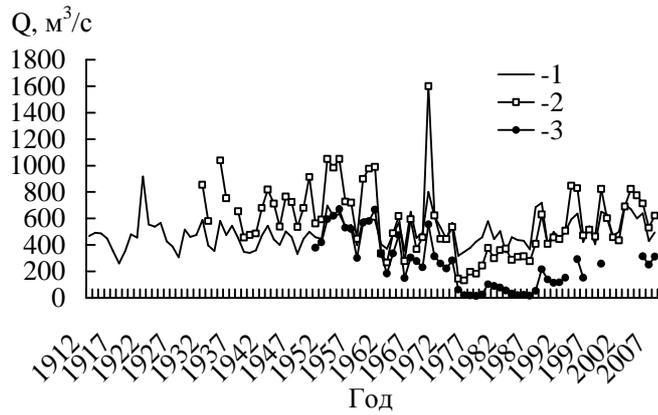


Рис.1. Динамика изменения фактического стока. 1 – суммарный сток р. Нарын и р. Карадарья в зоне формирования, 2 – р. Сырдарья – с. Кокбулак, 3 – р. Сырдарья – г. Казалы.

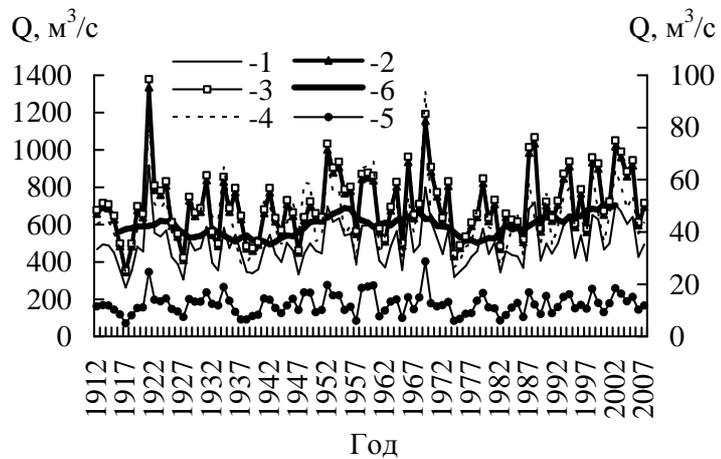


Рис. 2. Многолетние колебание условно-естественного стока. 1 – рр. Нарын и Карадарья, 2 – р. Сырдарья – выше устья р. Келес, 3 – р. Сырдарья – ж.-д. ст. Томенарык, 4 – р. Арыс – ж.-д. ст. Арыс, 5 – р. Келес Устье, 6 – осредненная по всем створам 10-летняя скользящая кривая.

Начало маловодья 40-50-х годов приходится на 1935...1937 гг., конец на 1947...1952 гг. Далее наступивший многоводный цикл продолжался в 1960...1961 гг., 1961...1974 гг. сток рек колебался около нормы. Второй охваченный инструментальными наблюдениями период маловодья характеризуется более резким, чем первый, но не уступающим по глубине снижением водности. Наблюдающиеся с 1987...1992 гг. до сих пор многоводье, как и последнее маловодье короче по времени, чем предыдущий аналогичный цикл.

Изменение условно-естественного стока р. Сырдарьи по длине имеет некоторые особенности (рис. 3). В основном на территории Казахстана сток р. Сырдарьи равномерно снижается, хотя имеют место некоторые подъемы. Сформированный в верховье сток начинает рассеиваться при выходе в Голостепь (характерный спад водности ниже НБ Шардаринского вдхр). Далее некоторые увеличения заметны с впадением р. Арыс (у ж.-д. ст. Томенарык) и мелких водотоков с юго-восточных склонов хр. Каратау. Разветвляющиеся ниже г. Кызылорды от основного русла Сырдарьи отдельные рукава и протоки сливаются в одно русло ниже с. Жосалы, чем можно объяснить некоторые изменения водности на тех участках.

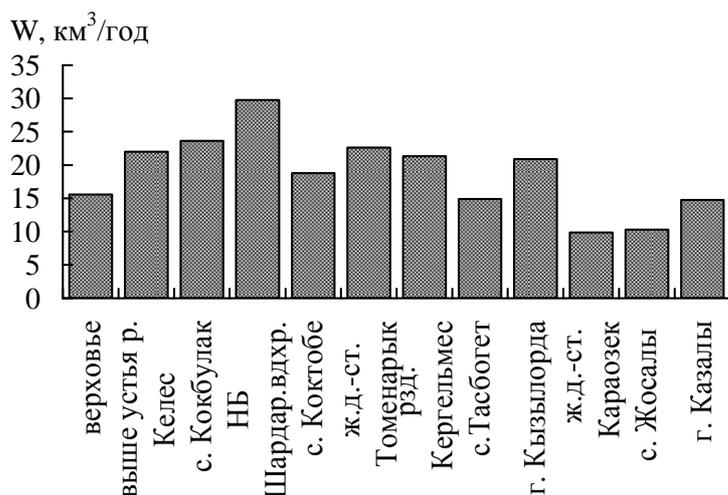


Рис. 3. Динамика изменения водных ресурсов р. Сырдарьи по длине за многолетний период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А., Арало-Сырдарьинский бассейн. Гидроэкологические проблемы и вопросы вододеления. – Алматы: Дәуір, 2001. – 180 с.
2. Водогрецкий В.Е. Антропогенное изменение стока малых рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 176 с.
3. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Бюллетень. Поверхностные воды 2000 г., 2001 г., 2002 г. – Алматы: РГП «Казгидромет», 2002. – 33 с.

4. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2005, 2006, 2007 гг. Выпуск 5. Части 1 и 2. – Алматы.
5. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1991-2000 гг. Выпуск 4. Части 1 и 2. – Алматы. 2006.
6. Давлетгалиев С.К. Оценка однородности гидрологических данных: Учебное пособие. – Алматы: Қазақ университеті, 2000. – 103 с.
7. Зайцева И.С. Методы анализа гидрологических рядов с целью оценки антропогенных изменений (на примере Волги) // Изв. АН СССР. Сер. Географическая. – 1984. – №1. – С. 116-123.
8. Обобщенные данные каталогов водопользования по бассейну р. Арысь. // Материалы Государственного водного кадастра. Раздел 3. Использование вод. – Чимкент: Союзгипрорис, 1980 – 152 с.
9. Отчеты о деятельности Арало-Сырдарьинского бассейнового водохозяйственного управления Комитета по водным ресурсам МСХ РК за 1990-2003 гг. – Кызылорда, АС БВУ. – 1990-2003. – 190 с.
10. Рубинова Ф.Е. Изменения стока р. Сырдарья под влиянием водохозяйственного строительства в ее бассейне // Тр. САРНИГМИ. – 1979. – Вып. 58 (139). – 138 с.

Институт географии, г. Алматы

КІШІ АРАЛ АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ АҒЫНДЫСЫН ЕСЕПТЕУ

Ж.Ж. Смагулов

Нақты бақылау деректері мен көпжылдық кезеңге келтірілген деректер бойынша өзен ағындысының антропогендік өзгерістері бағаланған.

УДК 551.438.5(470.11)

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ И ГЕОЛОГО-
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ЭКЗОМОРФОГЕНЕЗА
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА**

Г.С. Алиаскаров

В статье рассматриваются процессы экзогеодинамики в условиях современной неотектоники и изменения климата в сторону прогрессирующей аридизации на территории Улытау-Жезказганского региона Центрального Казахстана.

Рельеф западной части Центрального Казахстана соответствующий Жезказган-Улытаускому региону, являясь результатом взаимодействия тектонических сил и денудационных факторов, находится в постоянном изменении и развитии тех или иных преобразующих его рельефообразующих процессов, интенсивность которых прямо или косвенно зависит от климатических и гидрометеорологических условий.

Территория Центрального Казахстана характеризуется равнинно-платформенным этапом развития Казахского щита с характерным мелко-сопочным (адырным) рельефом. Значительная часть ее площади представляет денудационную пенепленизированную поверхность с островным низкогорьем гряд, и отдельно изолированных гор, развитых на гранитоидах, сформировавшегося на складчатом скальном основании эпигерцинской платформы в условиях континентального аридного климата. В пределах горного (низкогорного) рельефа абсолютные отметки колеблются от 757 до 1134 м. Денудационный мелкосопочник и денудационные равнины междуречий имеют абсолютные отметки 500...600 м.

Близповерхностное залегание гранитоидного кристаллического фундамента определяют территорию Казахского щита как область пространственного совпадения регионального гравитационного минимума, обусловленного наличием гранитной интрузии [5]. Современный рельеф щита является результатом мезо-кайнозойского выветривания, эрозии и денудации скального цоколя, претерпевающего медленные сводово-глыбовые неотектонические поднятия, с проявлением их максимальной

амплитуды на участках низкогорий и холмогорий, в условиях высокой активности лито- и гидродинамических процессов [1].

Речная сеть довольно густая, связана с особенностью геолого-геоморфологического строения и соответственно гидрогеологическими условиями формирования подземных, преимущественно трещинных вод в условиях рельефа щита и представлена в большей степени непостоянными или пересыхающими летом водотоками, что связано с малым атмосферным увлажнением и высокой испаряемостью. Такой характер гидрометеорологических условий и режима рек находит свое отражение в динамике проявления экзогенного рельефообразования. Наиболее крупными в регионе являются реки Сарысу с главными притоками Каракенгир и Сарыкенгир.

В современном рельефе региона, четко проявлены следы недавних, в геологическом смысле, тектонических движений, в результате которых произошло как общее относительное поднятие куполовидной структуры в целом, так и образование локальных поднятий типа горстов, тектонических уступов и многих других, следствием чего явилось возрастание энергии рельефа, его «омоложение». Начавшееся в связи с этим расчленение рельефа региона, наиболее ярко проявленное в зонах локальных поднятий, продолжается и в настоящее время, о чем свидетельствует морфология речных долин, имеющих узкие каньенообразные формы врезов и ступенчатые продольные профили. В связи с углублением речных долин найдется и рост расчлененности междуречий. Кроме того, имеются данные, указывающие на участие Жезказган-Улытауского региона в современном общем поднятии Казахской складчатой страны, что также предвещает рост расчлененности рельефа [3].

Развитие современных рельефообразующих процессов в аридных условиях Центрального Казахстана обусловлены главным образом как структурными особенностями рельефа и характером неотектонических движений, так и физико-географическими (климато-ландшафтными) условиями территории.

В целом, генетические типы современных рельефообразующих процессов на территории исследования представлены главным образом эрозионной деятельностью водных потоков, плоскостным смывом, карстово-суффозионными процессами, озерной абразией, дефляцией, а также аккумулятивными процессами, среди которых – речные отложения и отложения временных потоков, озерно-аккумулятивные процессы, включая хемогенные осадки и процессы эолового рельефообразования. В условиях

резко континентального климата имеют место и процессы выветривания физического и морозного характера, а также гравитационные процессы в условиях обнаженного фундамента низкогорий и холмисто-денудационных равнин [1].

Эрозионная деятельность водных потоков, неоднократно являвшаяся основным рельефообразующим фактором в прошлом, остается им и в настоящее время. Следы новейшей эрозии несомненны: они выражаются во врезе современных русел в палеозойский фундамент, наблюдающийся почти на всем протяжении долин; в наличии овражных русел с обрывистыми бортами, рассекающих современные делювиальные образования в саях и побережьях водоемов, сложенных глинами миоцена; многочисленные эрозионные борозды, появляющиеся после дождливых периодов и порой сильно затрудняющие работу транспорта. Хотя данная эрозия является преобладающей, часто можно наблюдать и результаты проявления боковой эрозии рек: многочисленные обвалы уступов террас, карнизы, нависающие над руслом; грунтовые дороги, упирающиеся в речные обрывы и многое другое. Ярким свидетельством новейшей эрозии являются овраги, разрезающие современный озерный вал на берегу оз. Баракколь и овраги, началу которых положили тропинки, протоптанные животными к водопою. Несоответствие между засушливым климатом и интенсивным (по масштабам Центрального Казахстана) проявлением эрозионной деятельности является только кажущимися. Дело в том, что основной объем работы реки выполняют весной, в короткие периоды паводков, когда происходит быстрое стаивание зимних запасов снега и они становятся неузнаваемо полноводными. В летние же периоды, естественно, эрозионная деятельность рек замирает [3].

Исходя, из общей картины вышесказанного, можно определить, что эрозионные процессы на рассматриваемой территории являются одним из основных факторов морфогенеза и развиты повсеместно на поверхности денудационных и аккумулятивных равнин, плоских днищ, склонов и террас речных долин, плато, на мелкосопочных и горных склонах. Где интенсивность их проявления будет, зависит от комплекса гидрометеорологических и геолого-геоморфологических факторов. В условиях усиливающейся аридизации на ход и динамику экзоморфогенеза существенное значение будет оказывать ритмичность климата, проявляющаяся в цикличном повторении увлажнения и изменения температуры. Смяг-

чающее влияние при этом, на фоне растущего дефицита влаги для Центрального Казахстана, будут оказывать внутривековые ритмы.

Набор генетических типов эрозионных процессов подразделяется на территории исследования на следующие виды: 1) процессы плоскостного смыва; 2) процессы линейной, в том числе и овражной эрозий; 3) процессы русловой и боковой эрозии.

На протяжении всего неотектонического этапа процессы плоскостной денудации обусловили здесь выравнивание рельефа, формируя пенеплены и обширные зоны педиментов на водораздельных и присклоновых поверхностях. Наиболее активно она проявляется на значительной территории развития мелкосопочного рельефа и связана с характерными для данного региона ливневыми осадками в летний период и интенсивным снеготаянием весной. Продукты выветривания смываются рассеянным стоком временных водотоков по слабозадернованной поверхности положительных форм рельефа сплошным потоком, либо в виде мелких водяных струй, смывая мелкозем и образуя на склонах мелкосопочника педиплены и делювиально-пролювиальные шлейфы у их оснований, мощностью 1...1,5 м и с глубиной образовавшихся борозд более 4...5 см.

Характер снеготаяния и ливневых дождей определяет также динамику проявления линейной эрозии, где от интенсивности выпадения последних зависит резкое углубление образующихся при этом процессе эрозионных борозд, промоин, рытвин до глубины от 0,5 см до 3 м. На аллювиальных и аллювиально-пролювиальных равнинах, и по склонам речных долин проявляются процессы овражной эрозии, морфометрические характеристики которых зависят от состава слагающих пород и составляют в отдельных случаях глубину вреза 10...12 м и длину от первых десятков до 3 км.

Процессы русловой глубинной и боковой эрозии встречаются в долинах всех крупных и малых рек и наиболее активны в периоды паводков, приходящихся на середину весны с продолжительностью 10...20 дней. Так, во время бурного весеннего снеготаяния, малые реки меняются до неузнаваемости, обладая наибольшей эродирующей способностью, транспортируя к устью значительные массы обломочного материала. Тогда как в летний период в долинах средних рек сохраняется только смоченный тальвег, а на крупных – разобщенные плесы. Под воздействием процессов глубинной эрозии в пределах низкогорий и мелкосопочников образуются щелевидные и коньенообразные долины, которые при выходе рек на равнинные участки переходят с V-образных форм на

трапецевидные. Такую картину можно наблюдать практически на всех реках региона. Более устойчивы к процессам русловой эрозии скальные породы. Рыхлообломочные грунты из-за наибольшей степени эродирующей способности рек в период интенсивного весеннего снеготаяния, когда расход воды в руслах максимально высок, насыщаясь водой, соответственно становятся менее устойчивыми. Более заметны они на крупных реках Сарысу, Каракенгир и др.

Процессы боковой эрозии также активно проявляются в периоды бурных весенних паводков в средних частях долин всех крупных рек и их временных водотоках. При этом формируется подмыв и обрушение уступов террас и коренных склонов. Создаются ниши подмыва с обрушениями береговых склонов. Высота отвесных стен при этом составляет 3...15 м, ширина – 15...20 м. На р. Сарысу и ее наиболее значительных притоках р. Каракенгир и р. Сарыкенгир процессы боковой эрозии интенсивно развиваются на равнинных участках, в местах расширения речных долин и меандрирования рек. В результате сильного меандрирования русел и соответственно подмыва их пойм, террас и склонов долин здесь образуются обрывы высотой от 8 до 15 м. Также в равнинной части течения упомянутых рек на отвесных участках береговых склонов образуются оползневые процессы, представленные преимущественно оползнями-обрушениями, обусловленными корродирующим воздействием потоков во время весеннего половодья.

Абразионные процессы выражены в регионе в обработке береговой линии наиболее крупных озерных ванн. Береговые обрывы озер Баракколь и Косколь в результате волноприбойной деятельности постоянно обновляются. Аккумулятивная же деятельность озер слабая и выражена вдоль береговой линии в образовании невысоких озерных валов и нешироких пляжей, поверхность которых покрыта песчано-галечным материалом.

Гравитационные процессы развиты преимущественно в горной части региона на щелевидных склонах, коньенообразных и V-образных долинах Улытауского эрозионно-тектонического низкогорно-мелкосопочного массива. Они представлены здесь обвально-осыпными процессами. Вдоль омоложенных и новейших разломов развиты обвально-осыпные формы. В совокупности многочисленных процессов денудации и в частности интенсивного физического выветривания на склонах скального цоколя обнаженных горных пород гранитного массива и соответственно силы гравитации происходит скапливание щебнистых осыпей с нагро-

мождением крупных глыб у их оснований. Основная роль в формировании осыпей на склонах принадлежит выветрелым каменным глыбам диаметром от нескольких см до 1 м и более, которые, теряя устойчивость, устремляются под силой гравитации вниз по склону и вовлекая более мелкий обломочный материал скальных пород, состоящий из щебня, дресвы и глыб в движение. При этом подвижность осыпных процессов контролируется степенью их закреплённости растительностью, крутизной склонов и пестротой литологического состава пород и их обнаженностью. Такие обвально-осыпные формы наблюдаются на различных склонах гор Улытау и мелкосопочного рельефа. Здесь в основном развиты формы в виде конусов-осыпей, а на крутых участках речных долин осыпные шлейфы. Мощность осыпей составляет от 1 до 5 м, уклоны их поверхностей варьируют от 20...25° до 30...35°.

В образовании рыхлого материала большую роль играют процессы выветривания. В регионе, в условиях резкого проявления континентально-аридного климата и колебания температур воздуха, где среднемесячная температура летом соответствует +22 °С, а зимняя – минус 22 °С, и их максимально-минимальных значений +46 °С и минус 50 °С соответственно, происходит интенсивное развитие физического выветривания на обнаженных участках выходов коренных кристаллических скальных пород. Природно-климатические условия здесь способствуют развитию экзогенной трещиноватости и разрушению скальных пород до состояния глыбового и дресвяно-песчаного состава. С максимальными метеорологическими показателями температуры воздуха для зимнего периода и их колебаниями в течение сезона для региона характерно интенсивное морозное выветривание интрузивных пород. Так на склонах мелкосопочных холмов и преимущественно низкогорных гранитных хребтов и массивах возникают ниши, чаши и сквозные отверстия, тогда как на их вершинах создаются причудливые формы рельефа в виде различных сказочных персонажей, минаретов, куполов и заостренных зубцов (горы Улытау). Примечательно отметить, что даже на фоне поверхности плоского рельефа денудационных равнин в местах выхода коренных пород, сложенных гранитами (гипсометрически не выраженных) выделяются такие формы – произведения природы – как койтас (каменная овца), котыртас (щербатые, шелушащиеся камни) и другие, которые свойственны рельефу Казахского щита. На территории региона ярким примером такого распространения рельефа является урочище Теректыаулие, имеющее совсем незначительные показатели

отметок высот. В районе гор Улытау у основания скальных выступов образуются продукты выветривания – каменные россыпи.

Здесь же следовало бы упомянуть и об эоловой обработке скальных обнажений гранитов и песчаников деятельностью ветра с образованием причудливых форм выдувания и перенос ветром пыли. Однако как непосредственный рельефообразующий фактор, большое значение ветра определяется его вспомогательным действием. Благодаря сильным ветрам в зимний период, в многочисленных понижениях рельефа образуются значительные запасы снега, которые весной превращаются в стекающие вниз многочисленные потоки талых вод, способствующие усиленному сезонному смыву мелкозема.

Устойчивый снежный покров образуется в регионе 30 ноября, а его разрушение происходит к 23 марта, число дней со снежным покровом составляет 120. Малая мощность снежного покрова (20...30 см) и сильные ветры приводят к промерзанию почвогрунтов. В малоснежные суровые зимы почвогрунты промерзают до глубины 2,1 м, средняя многолетняя глубина промерзания грунта составляет 1,5 м. Промерзание почв и грунтов создает неблагоприятные условия для перезимовки растений и накопления весенней влаги, что является благоприятной предпосылкой для ветровой эрозии. Важным фактором в отношении влагонакопления следует считать то, что значительные ветры в зимний период сдувают снег с открытых поверхностей, способствуя этим созданию больших залежей в пониженных местах, логах, складках местности мелкосопочного рельефа влияющих на формирование весеннего паводка. В низкогорном рельефе Улытау в отдельных местах на склонах снег сохраняется до конца первой половины мая.

Нивальные процессы наиболее ощутимы в северной части региона в низкогорно-сопочном массиве Улытау-Арганатинского пояса. Их геоморфологическая роль в современном экзоморфогенезе не изучена и находится на начальной стадии. Как правило, они обусловлены воздействием снежников на подстилающие горные породы, в результате чего образуются соответствующие формы рельефа и отложения. Они усиливают процессы выветривания, плоскостного смыва и струйчатого размыва, суффозии и растворения, оплывания и оползания и, как следствие этого, в большинстве случаев нивальные формы здесь связаны с эрозионным, оползневым и карстово-суффозионным рельефом, в значительной степени осложняя его.

Развитие нивальных форм протекает как под прямым воздействием снежников на горную породу, так и косвенным. Прямое воздействие

снежников на горную породу связано с физическим (преимущественно морозным) выветриванием и движением уплотненного снега вниз по склону. Двигаясь, снежники увлекают за собой замерзшие частицы грунта, образуя весной грязе-снежные потоки. Таким образом, снежник разрушает породу, переносит продукты разрушения и аккумулирует на более низких гипсометрических уровнях. Этот процесс заметно влияет на формирование склонов вообще и склоновых процессов в частности.

Косвенное влияние снежников на формирование рельефа заключается в перераспределении зимних осадков, что существенно сказывается на ходе других экзогенных рельефообразующих процессов. Так, накопление зимних запасов влаги на склонах, в понижениях приводит к переувлажнению отдельных участков и развитию на них оврагов и плоскостного смыва в весенний период. Многочисленные оползни, а также оплывины и осывы на склонах оврагов, балок, малых и средних рек активизируются именно весной, в период таяния здесь снежников. Снежники, развитые в местах распространения лессовидных суглинков, приводят к усилению суффозионных процессов. Еще в большей степени это имеет значение в районах развития карста. Снежники здесь в карстовых провалах и воронках содержат дополнительные запасы воды, способствующей дальнейшему и более интенсивному процессу карстообразования. Велика роль снежников и в формировании асимметрии склонов, имеющих важное геоморфологическое значение.

В регионе имеет место развитие карстово-суффозионных процессов, которые в настоящее время проявляются в образовании просадочных углублений на поверхности равнин, сложенных миоценовыми глинами и корой выветривания. Основная роль здесь принадлежит суффозии, однако наблюдается растворение и вынос солей грунтовыми водами, что подтверждается преимущественно сульфатно-натриевым составом подземных вод [3]. Таким примером в регионе является «гипсовый карст».

В целом на рассматриваемой территории рост карстовых воронок наблюдается в известняках фамена и турне на левом борту Айдагарлинского ущелья и в верховьях долины р. Тамды. Однако, в общем, современный карбонатный карст в рельефе не выражен, вероятно, в подземных условиях он развит в больших масштабах.

В регионе с активной ветровой деятельностью весьма характерны дефляционные и дефляционно-аккумулятивные процессы. Среднемесячная скорость ветра здесь составляет 5...6 м/с. Господствуют юго-

западные, северо-западные и западные ветры, которые отрицательно влияют на почвенный покров, особенно пахотные угодья, иссушая их и вызывая дефляцию. Практически повсеместно происходит дефляция поверхности надпойменных террас. Активному перевеванию подвержена верхняя часть зоны аэрации (до 2 м), представленная мелкой и средней фракцией песка с большим содержанием пылеватых частиц [2]. На слабо закрепленных растительностью участках денудационных равнин наблюдается вынос мелкозема, который во время пыльных бурь мощной силой ветра переносится на значительные расстояния. Весьма активны дефляционные и дефляционно-аккумулятивные процессы в южной части региона.

На юге региона в мелкосопочно-равнинной части Бетпакдалы, где также расположены массивы песчаных бугристо-грядовых песков Мойын-кум и Жетыконыр, формирование которых началось со среднего антропогена и продолжается по настоящее время [2], характерны эоловые процессы, с относительными превышениями 15...20 м. Благодаря естественной задернованности поверхности, дефлированность земель здесь сравнительно небольшая. Однако повышение техногенной нагрузки на единицу площади способствует резкой активизации ветровой эрозии и соответственно расширению площадей подверженных дефляции, которые для Казахстана превышают 1,2 млн. км².

Процессы аккумуляции в регионе имеют второстепенное значение, среди которых выделяются речные отложения и отложения временных потоков, а также озерно-аккумулятивные процессы, включая хемогенные осадки. Особо следовало бы отметить здесь засоление грунтов бессточных котловин на озерных и речных террасах с накоплением легко- и средне-растворимых солей. В условиях аридного климата здесь формируются солончаки и, так называемые, пухлые солончаки за счет испарительной концентрации солей из неглубоко залегающих грунтовых вод (до 2 м), минерализованного состава. Здесь преобладают хлоридно-сульфатные, гипсовые типы засоления с содержанием растворимых солей до 10 %, а в солончаковых корках – до 60 % [2]. Имеют место и распространение солонцов и такыров. Последние в настоящее время имеют тенденцию к увеличению, замещая процессы солончакообразования процессами такырообразования. Такая тенденция связана не только с все возрастающим процессом аридизации климата, но и с происходящим в настоящее время поднятием поверхности Казахского щита, и соответственно понижением уровня грунтовых вод. Интересен тот факт, что затакыриваются не только солон-

чаки, но, и водораздельные пространства, не имеющие следов обводнения [4]. Так, в условиях аридного климата данного региона в западинах на поверхности водораздельных пространств формируются солонцы и такыры, которые в периоды интенсивного снеготаяния и летних дождей, имеющих зачастую ливневый характер, насыщаясь влагой, представляют порой непреодолимые для транспорта участки. Кроме того, поверхность таких участков интенсивно выдувается постоянными ветрами в период засухи, образуя пологие сорово-дефляционные котловины, которые получили широкое развитие в региона (в районе среднего течения р. Сарысу и преимущественно в юго-западной и южной части). Яркий пример впадины такого генезиса – оз. Каракойын, в южной конечности одноименных песков отрогка песчаного массива Жетиконур на плато Бетпақдала. Кроме того, в условиях Бетпақдалы впадины имеют от 2 до 10 км в поперечнике (впадина Мынкауга, Красный такыр и др.), однако местами они достигают значительных размеров и нередко превышают 25 км. Обычно они глубоко врезаются и достигают 60...80 м и ограничены сравнительно крупными склонами, расчлененными логами.

С общей аридизацией климата следует связывать и изменения современных уровней озер в связи с колебаниями увлажненности. На основании анализа археологических, исторических и современных гидрометеорологических данных установлена ритмичность климата, проявляющаяся в циклическом повторении увлажненности и изменении температуры, которое в свою очередь, приводит к циклическости колебаний уровней замкнутых водоемов.

На фоне крупных ритмов, охватывающих десятки тысяч лет, четко выделяется характерный многовековой ритм в 1850 лет, хорошо согласующийся со стадийным распадом последнего оледенения и с историческими данными о развитии культуры человека. Он усложняется более мелкими вековыми и внутривековыми ритмами (22...19; 9; 4...3 года). Согласно развитию многовекового цикла, в настоящее время климатические условия характеризуются систематическим уменьшением увлажненности, которое будет продолжаться до 2400 г. Для Казахского щита, на фоне растущего дефицита влаги, выражающегося в увеличении аридности климата, смягчающее влияние будут оказывать внутривековые ритмы. Примером этого явилось отмечавшееся увлажнение в 60-х годах. Наблюдения, проводившееся на озерах северной части Казахского щита в 50...60 годы, показали, что их уровень находился в регрессивной фазе в 30...40-х и в начале 50-х годов,

когда почти повсеместно началось усыхание территории с уменьшением стока вод и понижением уровня озер. Но уже в 1956 г. наблюдалось увеличение количества атмосферных осадков, что привело к начавшейся трансгрессии озер, которая достигла максимума в 1960...1962 гг. [2, 3]. В настоящее время начался спад уровня, и озера опять вступили в регрессивную фазу. На данном этапе, на развитие природных климатических колебаний, опережающими темпами и в связи с этим усугубляющими положение, все большее влияние оказывают изменения, обусловленные хозяйственной деятельностью человека.

Подводя итоги, отметим, что развитие современных рельефообразующих процессов в Центральном Казахстане происходит в условиях потепления климата на фоне происходящего в настоящее время общего поднятия поверхности и увеличения его относительных превышений. Наиболее быстрый рост расчлененности приурочен к низкогорным массивам Улытау, Кишитау и Едигетау, испытавших в начале антропогена локальные поднятия и в зонах уступов. На остальной части региона процесс «омоложения» рельефа будет происходить по линии дальнейшего уничтожения (смыва) рыхлого покрова в древних долинах и межсопочных понижениях, углубления речных русел и роста верховий основных бассейнов за счет остатков площадей древнего (неогенового) рельефа водораздельной части [3]. Такая перспектива, в хозяйственном отношении является нежелательной, так как пологонаклонные равнинные аккумулятивные поверхности днищ древних долин представляют значительные пахотные земли для зерновых культур и в настоящее время уже освоены. Уничтожение же озер приведет к потере естественных природных водохранилищ, значение которых в условиях засушливого климата наиболее ощутимо. Общее поднятие приведет также к росту овражной сети и как следствие к сокращению огромных площадей аккумулятивных равнин, ярким свидетельством этого служит исчезающее озеро Тамырлыколь в урочище Копколь в верховьях реки Сарыкенгир. Таким образом, современный экзоморфогенез, находящийся в прямой зависимости от морфологической особенности равнинно-горно-сопочного рельефа Казахского щита, его сложного геолого-геоморфологического строения с обнаженной морфолитогенной основой способствует в условиях потепления климата и антропогенной нагрузки усилению процессов преимущественно аридной денудации и соответственно процессов опустынивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиаскаров Г.С. Основные подходы и методы к изучению экзоморфолитогенеза Сарыарки и принципы их картографирования на примере Улытауского горно-сопочного района и прилегающих территорий // Вестник Казахского университета. Серия географическая. – 2009. – №1(28). – С. 87-90.
2. Аубекеров Б.Ж. Инженерная геология СССР. Том Урал, Таймыр и Казахская складчатая страна. – М.: Недра, 1990. – 408 с.
3. Олексенко В.П. Развитие рельефа и неотектоника Джезказган-Улытауского района: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук / Институт геологических наук им. Сатпаева. – Алма-Ата, 1963. – 25 с.
4. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. – Л.: Недра, 1965. – 252 с.
5. Скублова Н.В. Геоморфологический анализ при прогнозно-металлогенических исследованиях. – Л.: Недра, 1991. – 192 с.

КазНУ им аль-Фараби, г. Алматы

ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН БАТЫС БӨЛІГІНІҢ ҚАЗІРГІ ЭКЗОМОРФОГЕНЕЗДІҢ ҚАЛЫПТАСУЫНЫҢ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ- ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ

Г.С. Алиасқаров

Мақалада Орталық Қазақстанның Ұлытау-Жезқазған өңіріндегі қазіргі неотектоникалық қозғалыстар мен климаттын өзгеруі және қуан жағдайларында қалыптасып жатқан жер бетінің экзогеодинамикалық процестері қарастырылған.

Голубцов Всеволод Викторович
(к 80-летию со дня рождения)



19 сентября 2010 г. исполнилось 80 лет со дня рождения одного из ведущих ученых гидрологов Казахстана и стран СНГ, специалисту в области математического моделирования гидрологических процессов и разработки методов гидрологических расчетов и прогнозов, ведущему научному сотруднику РГП «Казгидромет», кандидату географических наук, Всеволоду Викторовичу Голубцову.

Свою трудовую деятельность В.В. Голубцов начал в 13 лет. В 1943 г. он закончил ФЗО и начал трудиться по восстановлению г. Орла, только что освобожденного от немецко-фашистских захватчиков.

После окончания в 1954 г. Воронежского Государственного университета он работает в Государственном гидрологическом институте (ГГИ, г. Ленинград) начальником партии по изучению водных ресурсов целинных и залежных земель в Северном Казахстане и в Алтайском крае. За успешное выполнение этих работ он награжден медалью «За освоение целинных и залежных земель». Так он оказался на Казахстанской земле и в дальнейшем всю свою творческую жизнь посвятил научным исследованиям в области гидрологии.

Более 50 лет научная деятельность В.В. Голубцова связана с Гидрометслужбой Республики Казахстан. С 1959 г. В.В. Голубцов работает в Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте (КазНИГМИ) Госкомгидромета СССР, занимая последовательно должности от младшего научного сотрудника до директора института.

В Казахстане, в странах СНГ, а также в дальнем зарубежье он известен как крупный специалист в области математического моделирова-

ния гидрологических процессов и разработки методов гидрологических расчетов и прогнозов. Под его руководством выполнен большой комплекс экспериментальных и теоретических исследований, поднявший на качественно новый уровень знания о водных ресурсах республики и их гидрологическом режиме. Им разработаны оригинальные методы моделирования и расчета годового стока равнинных и горных рек, минерализации воды оз. Балхаш, а также урванного режима и водного баланса Аральского и Каспийского морей. В различных отраслях экономики Казахстана нашли широкое применение результаты его исследований, изложенные в научно-прикладных монографиях «Ресурсы поверхностных вод» для районов Северного, Центрального и Юго-восточного Казахстана, которые являются настольными книгами специалистов проектно-изыскательских институтов и планирующих организаций.

С 1978 г. начинается новый этап жизни юбиляра, он назначается на административную должность в начале в должности заместителя директора (1978...1988 гг.), а затем директора института (1988...1994 гг.). Как руководитель института Всеволод Викторович Голубцов внес значительный вклад в развитие гидрометеорологической науки, а также материально-технической базы КазНИГМИ. В очень сложное для республики время преумножил его научные достижения, сохранил научный и технический потенциал. В 1991 г. в связи с распадом Советского Союза КазНИГМИ, ранее находившийся в подчинении Госкомгидромета СССР, благодаря усилиям В.В. Голубцова, был сохранен как головной научный центр в области гидрометеорологии Казахстана.

Работа на руководящей должности раскрывает характер человека. Скромность и порядочность, коммуникабельность и оптимизм Всеволода Викторовича, его спокойствие и уверенность вносили во взаимоотношения с коллегами здоровый дух совместного творчества и взаимопонимания, чувства товарищества, поддержки и терпимости.

С сентября 1994 г. по 2005 г. Голубцов В.В. – ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологических расчетов и прогнозов КазНИГМИ (КазНИИМОСК, КазНИИЭК). В настоящее время – ведущий научный сотрудник Управления гидрологических исследований и расчетов РГП «Казгидромет». Голубцов В.В. всегда успешно совмещал административную и научную деятельность.

Широкое распространение в оперативной практике получили работы, выполненные при непосредственном участии В.В. Голубцова, по разработке методов долгосрочных прогнозов стока горных рек Казахстана и притока воды в крупнейшие водохранилища: Бухтарминское, Капшагайское, Шульбинское и Вячеславское.

Голубцов В.В. являлся ответственным исполнителем первого тома «Технико-Экономического Доклада по проблемам Каспийского моря в пределах Республики Казахстан», выполненного по поручению Правительства Республики. Обоснованный в этой работе прогноз завершения катастрофического подъема уровня Каспия, выпущенный в 1993 г., оправдался в 1995 г. Также оправдались прогнозы стабилизации уровня Каспия после завершения его катастрофического повышения в 1979...1995 гг. Результаты этих исследований опубликованы в монографии «Каспийское море и его прибрежная зона». Голубцов В.В. имеет сертификат эксперта «Экологические аспекты нефтегазовых операций на море».

Значительный вклад в гидрологическую науку внесли выполненные В.В. Голубцовым исследования редукиции годового стока рек. Изменение значений стока в зависимости от площади водосбора и его зональных величин для районов Северного и Центрального Казахстана, а также сопредельной части Алтайского края РФ и юго-восточной части Европейской территории России. Предложенный им алгоритм позволяет производить определение среднего многолетнего стока в зависимости от площади рассматриваемых водотоков и характеристик зонального стока.

Большой научный интерес представляют результаты исследований гидравлических сопротивлений при движении горных рек и селевых потоков. Им установлено, что гидравлические сопротивления при движении селей – грязевых и грязекаменных потоков высокой плотности пропорционально кубу их скорости, в отличие от водных потоков, гидравлические сопротивления которых пропорционально квадрату их скорости.

Голубцов В.В. являлся участником подготовки Первого и Второго Национальных Сообщений по изменению климата Республики Казахстан, выполненных по заданию ПРООН РК.

Значительный научный интерес представляют выполненные им исследования расположения полей жидких осадков в горах в зависимости от высоты нулевой изотермы. Им установлено, что с повышением высоты нулевой изотермы, поля жидких осадков располагаются выше, чем при низких ее положениях. Определены градиенты изменения характеристик высотного положения полей жидких осадков в зависимости от высоты нулевой изотермы.

Впервые в мировой практике произведена оценка изменения ресурсов рек в результате деградации горного оледенения в их бассейнах. Показано, что в результате деградации горного оледенения водные ресурсы горных рек бассейна озера Балхаш сократятся на 12...15 %, значительно увеличится межгодовая изменчивость годового стока и существенно изменится его внутригодовое распределение.

В последние годы юбилар вместе со своими коллегами занимается оценкой ресурсов поверхностных вод формирующихся в пределах Рес-

публики и поступающих на ее территорию по трансграничным рекам из сопредельных государств.

Голубцов В.В. в 1998...2001 гг. член Национального координационного комитета Программы Малых грантов Глобального Экологического Фонда и в настоящее время является экспертом этого Фонда.

По результатам исследований им подготовлено и опубликовано более 100 работ, он является соавтором четырех монографий. Основные положения своей научной деятельности он докладывал на Гидрологических съездах, многочисленных международных симпозиумах и конференциях.

Голубцов В.В. награжден значком «Отличник Гидрометслужбы СССР», внесен в Книгу Почета Госкомгидромета СССР. Указом Президента Республики Казахстан № 951 от 19.03.2010 г., он награжден, как участник трудового фронта, памятной медалью в связи с 65-летием Победы в Великой Отечественной Войне (1941...1945 гг.).

За время работы В.В. Голубцов проявил себя как хороший организатор научной деятельности. Он способствовал развитию и укреплению научных исследований по различным направлениям в области гидрометеорологии и экологии Казахстана. Большое внимание он уделяет подготовке молодых научных кадров. Имея обширные знания и большой опыт, он щедро делится ими со студентами и специалистами и устремлен к новым достижениям в науке. Его ученики работают во многих учреждениях Республики Казахстан.

И ныне Всеволод Викторович находится в расцвете творческих сил, полон новых идей и замыслов, завершил работу над монографией «Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации». В монографии рассмотрены методы и алгоритмы моделирования процессов формирования стока по суточным значениям температуры воздуха и атмосферных осадков. Предложенные алгоритмы позволяют даже при наличии ограниченной исходной информации восстанавливать значения речного стока по метеорологическим данным. Модель может быть использована в качестве основы при разработке методов краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов водности горных рек, а также для оценки ресурсов поверхностных вод под влиянием естественных и антропогенных изменений климата.

Научные заслуги юбиляра, высокая требовательность к себе и другим, его скромность, большая работоспособность, оригинальность мысли, и доброжелательность снискали ему всеобщее, глубокое уважение.

Желаем Всеволоду Викторовичу крепкого здоровья, счастья, благополучия и дальнейших успехов в научной деятельности.

*Коллектив РГП «Казгидромет»
Редакция журнала*

**Романова София Максимовна
(к 60-летию со дня рождения)**



В сентябре 2010 г. исполнилось 60 лет со дня рождения профессора, доктора географических наук, известного в Казахстане ученого гидрохимика, химика-неорганика, гидроэколога Софии Максимовны Романовой.

С.М. Романова родилась в г. Алматы в семье служащего. Её родители были направлены в Казахстан в 1946 г., для налаживания работ по градостроительству. Они воспитали 5 достойных детей, и до последних своих дней (2000 и 1996 гг.) они трудились, давая детям пример для подражания.

В 1967 г. София Романова окончила среднюю школу №77 с серебряной медалью. В этом же году она поступает на химический факультет КазГУ им. С.М. Кирова, выдержав большой конкурс. Вступительные экзамены она успешно сдала академику М.И. Усановичу и З.Б. Рождественской.

В 1972 г. она с отличием оканчивает химический факультет и по предложению своего научного руководителя дипломной работы доцента М.А. Ибрагимовой и одобрению заведующего кафедрой неорганической химии, профессора Б.А. Беремжанова остается работать на этой же кафедре.

За время учебы в университете, ей посчастливилось слушать лекции легендарных ученых-химиков и непревзойденных педагогов: М.И. Усановича, М.Т. Козловского, А.Ш. Шарифканова, Д.В. Сокольского, Б.А. Беремжанова, О.А. Сонгиной, В.Ф. Сергеевой, и многих других.

Она училась у них всему, что необходимо студенту и будущему, востребованному специалисту для достижения поставленной цели, а глав-

ное, быть человеком с большой буквы. Те задатки ответственности и трудолюбия, заложенные в ней родителями, нашли продолжение в деятельности учителей-наставников во время учебы в университете. С первого курса она участвовала при обсуждении научных докладов студентов и сотрудников, результатов курсовых и дипломных работ, кандидатских диссертаций.

С.М. Романова всегда с особой теплотой вспоминает своих учителей-наставников: Батырбека Ахметовича Беремжанова и Маргариту Арсеньевну Ибрагимову, которые дали направление ее творческой, научной и педагогической деятельности, научили доброжелательности, кропотливой научной работе и терпеливой педагогической деятельности.

Трудовую деятельность на кафедре она начала старшим лаборантом, затем инженером и младшим научным сотрудником. Начиная с 1987 г. по настоящее время, София Максимовна занимается педагогической деятельностью, последовательно проходя все соответствующие должности: ассистента, старшего преподавателя, доцента, профессора.

Первые научные доклады были сделаны по результатам дипломной работы на конференции молодых ученых г. Алматы в 1972 г. и опубликованы 4 научные статьи по гидрохимии рек Казахстана.

Начиная с первых лет учебы в университете, она активно участвовала в работе экспедиционных отрядов кафедры в бассейнах рек Иртыш, Сырдария, Тобол, Аят, Талас, Ассы и др. В стационарных условиях она продолжала проводить научно-исследовательскую работу по решению вопросов формирования и метаморфизации химического состава воды названных рек.

В последующие годы С.М. Романова была исполнителем и ответственным исполнителем ряда хоздоговорных тем по гидрохимии р. Или и оросительных систем в её низовье; Лебяжинской системы орошения в Павлодарской области; реки Сырдарии и оросительных систем в её бассейне; водоёмов-охладителей Экибастузской ГРЭС-1 и 2; современного состояния озера Балхаш; Большого Алматинского канала и Бартогайского водохранилища.

В 1988 г. С.М. Романова успешно защитила кандидатскую диссертацию в специализированном совете Гидрохимического Института (г. Ростов на Дону) на тему «Гидрохимия рисовых оросительных систем в бассейне реки Или» по специальности «11.00.10 – гидрохимия» и является редким высококвалифицированным специалистом в области гидрохимии в Республике Казахстан.

В течение многих лет (1972...2006 гг.) София Максимовна преданно трудится на благо кафедры, факультета и университета. Она продолжает накапливать и теоретически осмысливать богатейший экспериментальный материал, полученный ею лично в полевых и лабораторных условиях.

В 1987...1994 гг. С.М. Романова вместе с учениками К.О. Батаевой, С.С. Крученко, У.Ж. Джусипбековым провела фундаментальные исследования по изучению процессов в водных и слабокислых системах, содержащих отходы фосфорного производства и компоненты донных отложений водоёмов. Установлено, что твердые отходы: фосфорный шлак и фосфогипс постоянно подвергаются воздействию кислотных осадков с образованием растворимых солей тяжелых металлов с последующим переходом их в почвы, донные отложения водоёмов и водотоков, где протекают различные процессы, способствующие как загрязнению, так и самоочищению водных масс. Полученные результаты подтвердили научно обоснованный прогноз количества хранения отходов фосфорной промышленности и теоретически выведенные схемы процесса поглощения микроэлементов неорганическими солями и донными отложениями оз. Балхаш.

В 1988...2003 гг. Романовой С.М. вместе с ученицей Казангаповой Н.Б. получены важные научные и практические результаты по изучению гидроэкологических последствий антропогенного воздействия на озера аридной зоны (на примере оз. Балхаш). Итоги этих исследований отражены в докторской диссертации Романовой С.М. «Антропогенная трансформация гидрохимического режима и качества вод бессточных водоёмов Казахстана» (защищенной в 2006 г.), в 2-х монографиях и 3-х учебных пособиях.

Проведенные фундаментальные исследования и выявленные при этом закономерности позволили разработать научно-практическую концепцию, являющуюся основой для понимания особенностей процессов солеобразования и соленакопления, самоочищения водных масс природных и искусственных водоёмов аридных зон Казахстана. Впервые получено реальное представление о роли антропогенных факторов на протекание гидрохимических процессов в водоёмах в современный и многолетний периоды. Выявлены отличительные особенности бессточных водоёмов аридных зон, влияние континентальности климата на гидрохимию, а также доказана исключительная самоочищающая способность природных вод Казахстана.

Плодотворные идеи профессора Романовой С.М. осуществлены также при изучении кинетики сорбции биогенных элементов и тяжёлых металлов природными сорбентами: чистые неорганические вещества, глины, донные отложения озёр и водохранилищ Казахстана.

В настоящее время профессор Романова С.М. совместно с аспиранткой Куншыгар Д. проводит НИР по изучению процессов формирования качества воды рек Северного склона Заилийского Алатау.

С.М. Романова – крупный специалист в области неорганической химии и гидрохимии. По результатам научных исследований ею опубликовано 240 научных и методических трудов.) Работа «Утилизация стеклобоя в производство строительных материалов» выполненная в соавторстве

зарегистрирована как объект интеллектуальной собственности Комитетом по правам Минюста РК. Научные результаты докладывались юбиляром на многих международных симпозиумах, съездах, Всесоюзных и республиканских конференциях.

Профессор Романова С.М. являлась членом оргкомитета ряда международных конференций по гидрохимии и гидроэкологии. Поддерживает тесные научные и личные контакты со многими видными учеными.

Наряду с успешным развитием теоретических вопросов С.М. Романова способствует практической реализации своих исследований. Так, под ее руководством на АО «Нодфос» (г. Тараз) проведены лабораторные испытания способа селективного извлечения цианидных газов с последующим получением синего пигмента.

Профессор Романова С.М. является одним из ведущих педагогов химического факультета КазНУ им. аль-Фараби. При этом она использует новейшие достижения науки и производства в учебном процессе. Она осуществила 6 внедрений НИР в учебный процесс для старших курсов. Ею в соавторстве издано ряд работ методического характера, в коллективе авторов составлен Госстандарт РК высшего профессионального образования по специальности «Химическая технология неорганических веществ» (магистратура), разработан ряд типовых программ по общей, неорганической химии и гидрохимии.

Романова С.М., наряду с научной и педагогической деятельностью принимает активное участие в общественной жизни факультета и университета. Является членом диссертационного совета при Институте географии, членом Ученого совета химического факультета КазНУ им. аль-Фараби. Активно читает лекции и проводит профориентацию в средних школах, гимназиях, ВУЗах, организациях г. Алматы и других городах Казахстана.

За многолетнюю научную и педагогическую работу она неоднократно награждалась грамотами ЦК ЛКСМ Казахстана, грамотами и дипломами КазНУ им. аль-Фараби.

Мы желаем ей крепкого здоровья, воплощения идей, новых радостей творчества и научного долголетия.

*Коллектив КазНУ им. аль-Фараби
Институт географии
Редколлегия журнала*