

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Кудеков Т.К., канд. геол.-мин. наук (председатель); Медеу А.Р., доктор геогр. наук (зам. председателя); Ахмеджанов Т.К., доктор техн. наук; Ахметов А.С., доктор техн. наук; Бейсенова А. С., чл.-корр. НАН РК, доктор геогр. наук; Бишимбаев В.К., доктор техн. наук; Госсен Э.Ф., академик НАН РК, доктор с.-х. наук; Искаков Н.А., доктор экон. наук; Чередниченко В.С., доктор геогр. наук; Чигаркин А. В., доктор геогр. наук.

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Бурлибаев М.Ж., канд. геогр. наук (председатель); Семенов О.Е., канд. физ.-мат. наук (зам. председателя); Ивкина Н.И., канд. геогр. наук (ответственный секретарь); Бельгибаев М.Е., доктор геогр. наук; Степанов Б. С., доктор геогр. наук; Акбасова А.Д., доктор техн. наук; Турсунов А.А., доктор техн. наук; Достай Ж.Д., доктор геогр. наук; Амиргалиев Н.А., доктор геогр. наук; Уманец В.Н., доктор техн. наук; Подольный О.В., доктор геол.-мин. наук; Садыков Д.Ш., доктор геол.-мин. наук; Муртазин Е.Ж., канд. геол.-мин. наук; Галаева О.С., компьютерная сборка.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 1 (32)

© Журнал издается с 1995 года.
Регистрационное свидетельство № 1538
Министерства печати РК.
Подписной индекс 75855.

Адрес редакции:	480072, Алматы, пр. Сейфуллина, д. 597, к. 508
Телефон:	54-22-63
E-mail:	general@kniimosk.almaty.kz

Подписано в печать 26. 02. 2004
Формат бумаги 70 × 100/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ
Цена договорная.

Типография КазгосИНТИ.
480096, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Е.В. Боголюбова Применение метода складного ножа и бутстреп-процедуры в статистических моделях прогноза.	9
М.Т. Ибрагимов Обработка метеорологической информации для создания базы данных и использование ГИС для подготовки климатического справочника.	18
О.В. Карпова Влияние синоптических условий на уровень загрязнения воздушного бассейна города Тараз.	24
Л.А. Ерисковская Метеорологические условия на леднике Туюксу за последние годы, влияющие на оледенение.	34
А.А. Турсунов, Р.К. Жиенбаева Зимние паводки на реке Сырдарья и проблема защиты города Кызылорда.	42
И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана по критериям водообеспеченности.	52
Э.А. Турсунов Оценка твердого стока рек северного склона Заилийского Алатау в межселевые периоды.	60
М.Т. Нарбаев, Ж.К. Касымбеков, Т.И. Нарбаев Усовершенствование классификации речной сети Казахстана.	67
И.В. Северский, Т.Г. Токмагамбетов Современная деградация оледенения гор Юго-Восточного Казахстана.	72
Б.С. Степанов, Р.К. Яфязова Палеопостсейсмическая катастрофа на современной территории г. Алматы.	87
М.Ж. Бурлибаев Анализ современного состояния нарушения солевого режима почв пойменных лугов.	97
С.М. Романова Эколого-химические аспекты загрязнения водных систем Казахстана тяжелыми металлами и другими токсикантами.	103

Н.А. Амиргалиев, Т.Я. Лопарева, Л.А. Гоголь, Ш.А. Канагатова	
Гидрохимический режим озер Алакольской впадины.	115
Н.А. Амиргалиев, Т.Я. Лопарева, Л.А. Гоголь, Ш.А. Канагатова, А.К. Исаева	
К оценке гидрохимический показателей рек и коллекторно- дренажных каналов Алакольской впадины.	134
Ж.Д. Достай, С.М. Романова, Д.Ж. Күншығар	
Іле алалауы солтүстік беткейі өзендерінің гидроэкологиялық жағдайы.	14 4
А.У. Ортбаева	
Есіл өзенінің мұнай өнімдерімен ластануына байланысты су сапасына баға беру.	154
Ж.Қ. Турениязова	
Қаскелен өзенінің ластану деңгейін анықтау нәтижелерінен.	166
Ә.Т. Әймен, Қ.Қ. Мұсабеков, Г.Ә. Сарбасова	
Ақбаба сулармен суғарудың грунт суларының экологиялық жағдайына тигізетін әсері.	173
С.С. Омаров, Е.А. Назаров, А.С. Хлебников	
Гидроэкологическая характеристика территории месторождения Каражанбас.	179
К.Ш. Фаизов, У.Ж. Джусипбеков, А.С. Тапалова	
Экологические перегрузки и опустынивание территории Озенского нефтегазового месторождения.	187
Ю.Ф. Лый	
Эколого-геоморфологические исследования в районе месторождения Тенгиз.	193
Ф.Ж. Акиянова	
Геоморфологическое строение и эколого-геоморфологические условия Прикаспийских равнин Казахстана.	200
З.Х. Ахметжанова	
Об оценке эколого-хозяйственного состояния земель Атырауской области.	211
Ж.С. Мустафаев, Ж.Н. Байманов	
Концептуальная модель почвообразовательного процесса.	219

Т.Е. Сорокина Сельские общины как индикатор устойчивости развития депрес- сивных регионов.	233
--	-----

Г.Т. Далдабаева, Т.К. Карлиханов Результаты использования местных кустарниковых гипергалофитов в рекультивации осушенного дна северной части Аральского моря. .	239
--	-----

ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ

М.Ж. Бурлибаев, Е.Ж. Муртазин, Н.У. Бултеков О состоянии загрязнения окружающей среды Республики Казахстан в 4-ом квартале 2003 года.	248
---	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

М. Сарыпбеков Пределы проходимости колесных движителей.	270
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Ж.Д. Достай Геоэкологические проблемы в математических моделях и методах	272
--	-----

ХРОНИКА

Конференции, совещания, семинары.	275
К 70-летию Е.У. Жамалбекова.	277

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

E.V. Bogolyubova Application of the jackknife method and bootstrep-procedure in the statistical forecasting models.	9
M.T. Ibragimov Meteorological information processing for the database creation and use GIS system for the Climate Handbook preparation.	18
O.V. Karpova Influence of the synoptic conditions to the pollution level of the Taraz urban-industrial environment.	24
L.A. Eriskovskaya Meteorological conditions affecting the Tujuksu glacier glaciation during the last years.	34
A.A. Tursunov, R.K. ZHienbayeva Syr-Dar'ya River winter floodings and the Kyzylorda City protection problem.	42
I.M. Mal'kovsky, L.S. Toleubayeva Estimation of the Kazakhstan's nature-economic basin systems by the water situation ratings.	52
E.A. Tursunov Sediment estimation of the Zailiysky Alatau Northern Slope rivers in the intermudflow periods.	60
M.T. Narbayev, ZH.K. Kasiymbekov, T.I. Narbayev Updating of the Kazakhstan's river network classification.	67
I.V. Seversky, T.G. Tokmagambetov Modern glaciation degradation of the Southeast Kazakhstan's mountains.	72
B.S. Stepanov, R.K. Yafyazova Paleopostseismic disaster in the the Almaty City modern territory. ...	87
M.ZH. Burlibayev Analysis of state-of-the-art disturbance of the water meadows soils' salt regime.	97
S.M. Romanova Ecologo-chemical aspects of the Kazakhstan's water systems' pollution by the heavy metals and others toxic substances.	103

N.A. Amirgaliyev, T.YA. Lopareva, L.A. Gogol', SH.A. Kanagatova	
Hydrochemical regime of the Alakol'skoj Depression lakes.	115
N.A. Amirgaliyev, T.YA. Lopareva, L.A. Gogol', SH.A. Kanagatova, A.K. Isayeva	
To the hydrochemical parameters' estimation of the Alakol'skoy Depression rivers and collecting-drainage channels.	134
ZH.D. Dostai, S.M. Romanova, D.J. Kunshigar	
Hydroecological characteristics of the Zailisky Alatau Northern Slope rivers.	144
A.U. Ortbayeva	
Estimation of the Esil River water quality by the oil pollution.	154
ZH.K. Tureniyazova	
Some results of the level pollution definition of the Kaskelen River. . .	166
A.T. Aymen, K.K. Musabekov, G.A. Sarbasova	
Influence of sewage irrigation on the ecological condition of the subsoil waters.	173
S.S. Omarov, E.A. Nazarov, A.S. KHlebnikov	
Hydroecological characteristic of the Karazhanbas deposit territory. . .	179
K.SH. Fayizov, U.ZH. Dzhusipbekov, A.S. Tapalova	
Ecological overburdens and desertification of the Ozen oil and gas deposit territory	187
YU.F. Liyy	
Ecological-geomorphological researchers in the Tengiz deposit area. .	193
F.ZH. Akiyanova	
Geomorphological structure and the ecology-morphological conditions of the Kazakhstan's Prikaspijsky plains	200
Z.Kh. Akhmetzhanova	
Estimation of the ecological-economic state of the Atyrau oblast lands.	211
ZH.S. Mustafayev, ZH.N. Baymanov	
Conceptual model of a soil-building process.	219
T.E. Sorokina	
The country communities as an indicator of the depressive regions' sustainable development.	233
G.T. Daldabayeva, T.K. Karlikhanov	
The use findings of the local shrubby hyperhalophytes in recultivation of the Aral sea Northern part drained floor.	239

REVIEWS AND CONSULTATIONS

M.ZH. Burlibayev, E.ZH. Murtazin, N.U. Bultekov

State of the Republic of Kazakhstan's environmental pollution in the fourth quarter 2003. 248

BRIEF REPORTS

M. Sariypbekov

The limits of wheel flotation ability. 270

CRITICISM AND BIBLIOGRAPHY

ZH.D. Dostai

Environmental problems in the mathematical models and methods. . . . 272

CHRONICLE

Conferences, meetings, seminars. 275

E.U. Zhamalbekov (70th Birth Anniversary). 277

УДК 551.509.314: 551.557.21."321/322" (574)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СКЛАДНОГО НОЖА И БУТСТРЕП – ПРОЦЕДУРЫ В СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ПРОГНОЗА

Канд. физ.- мат. наук Е.В. Боголюбова

Статья знакомит с новыми подходами к обработке массивов статистических данных, а также с использованием метода складного ножа и бутстреп-процедуры в регрессионных моделях прогноза погоды на примере прогноза месячных сумм осадков на территории Казахстана. Эта процедура позволяет уменьшить смещение и повысить устойчивость статистических моделей.

Статистические модели прогнозов, применяемые в метеорологии, чаще всего бывают двух типов: модели, основанные на классификации, и модели, основанные на регрессии. Очень часто в эти модели вводится предварительно «сжатая» информация. «Сжимают» её обычно с помощью метода главных компонент, разложения по полиномам Чебышева либо с помощью других методов аналитического представления метеорологических полей.

Многие ученые наиболее результативными и перспективными считали методы экстраполяции периодических составляющих и методы линейной и нелинейной регрессии. Однако модели с использованием только периодических составляющих оказались неустойчивыми. Среди моделей, наиболее часто применяемых в метеорологических исследованиях, выделяются линейные регрессионные модели и их частные случаи – множественная линейная регрессия, регрессия с использованием главных компонент устойчивая регрессия («складной нож»), часто с применением пошаговой процедуры.

Классическая теория наименьших квадратов (использование принципа Лежандра) накладывает на имеющиеся данные ряд ограничений. Обычные предположения относительно ошибок состоят в признании ошибок независимыми, имеющими нулевые средние, постоянную дисперсию и подчиняющимися нормальному распределению. Все это предполагает нормальность предиктанта и несмещённость оценок регрессии. То есть в естественных случаях (например, с осадками), когда нормальность предиктанта не имеет места, мы имеем дело с нарушениями исходных предпосылок. А нарушение исходных предпосылок в методе наименьших

квадратов может привести к неустойчивости результатов и смещению регрессионных оценок.

Смещение возникает в основном по двум причинам:

- из-за «неадекватности» модели; в частности, когда не все предикторы учтены;
- из-за несимметричности ошибок в модели.

Смещение из-за неполноты модели может быть уменьшено введением дополнительных предикторов, но здесь возникают определенные трудности с их выбором и увеличением дисперсии предсказания с ростом числа предикторов.

Что касается второй причины, то, по мнению Тьюки [2], смещение может быть уменьшено применением метода «складного ножа» (jackknife). Иначе этот метод иногда называют методом расщепления выборки. Тьюки показал, что для оценки Y_n параметра θ , смещение которой допускает асимптотическое разложение

$$M(Y_n - \theta) = \frac{a_1}{n} + \frac{a_2}{n^2} + o(n^{-3}) \text{ при } n \rightarrow \infty, \text{ оценка, построенная по псевдозначениям «складного ножа» } Y^* = \sum \frac{1}{n} Y_n^* \text{ имеет меньшее смещение}$$

$M(Y_n - \theta) = -\frac{a}{n^2} + o(n^{-3})$ при $n \rightarrow \infty$, где Y_n – оценка параметра θ , a_1 ,

a_2 – коэффициенты, выражение $o(n^{-3})$ означает величину порядка $\frac{1}{n^3}$.

Таким образом, в случае множественной регрессии с фиксированным значением переменных главный член смещения из-за несимметричности ошибок становится порядка $o(\frac{p^{\frac{3}{2}}}{n^2})$, вместо $o(\frac{p^{\frac{3}{2}}}{n})$, что может

привести к большей устойчивости статистической модели прогноза.

Метод «складного ножа» Кенуя-Тьюки представляет собой привлекательный непараметрический прием для проверки нулевых гипотез о том, что распределение некоторой статистики симметрично относительно заданной точки, и для оценивания смещения и дисперсии изучаемой статистики. Обобщением метода «складного ножа» является бутстреп-процедура. Бутстреп отличается от многих общеизвестных методов тем, что он предполагает

многократную обработку различных частей одних и тех же данных и сопоставление полученных результатов [3]. Этот подход в свою очередь возник под влиянием идей Р. Фишера, пропагандирующего концепцию максимального правдоподобия. Реализации этого подхода мешают три обстоятельства [3]. Это возможное смещение на конечных, часто не слишком большого объема выборках, потребность в знании вида закона распределения случайных величин и, в некоторых случаях, вычислительные трудности.

Смещение может возникать по разным причинам. Источником его может быть ошибка измерения, возникающая из-за различий в измерительных приборах или навыков измерителя. Для исправления этого используют разные приемы градуирования и вычисления поправочных коэффициентов. Есть другой источник – «неадекватность модели», то есть смещение, обусловленное моделью, формулами, по которым производится расчет и по которым вычисляются статистические характеристики.

Если, например, мы считаем, что имеет место нормальное распределение, то нас не должно удивлять возникновение неточностей из-за смещения, поскольку распределение может быть не нормальным. Первая возможность борьбы с таким смещением – это знать фактическую модель. Это прием параметрической статистики, методы которой используются чаще всего. Вторая возможность состоит в применении методов непараметрической статистики и выбора модели, для которой результаты слабо зависят от действительной ситуации. Это методы робастного оценивания и рандомизированные процедуры.

Развитие вычислительной техники позволило осуществить многие вычислительные процедуры, позволяющие значительно снизить выборочное смещение. Это и была реализация разработанного в 1949 г. М. Кенуем и позднее усовершенствованного Дж. Тьюки метода «складного ножа». Бутстреп-метод («bootstrap») был предложен как обобщение метода «складного ножа». Дело в том, что формирование подвыборок в методе складного ножа, означает выбор без возвращения из имеющейся совокупности, и Б. Эфрон предложил пользоваться выбором с возвращением [3]. Тогда формально сохраняются все степени свободы на каждом этапе обработки данных.

Бутстреп-процедура не требует информации о виде закона распределения исследуемой случайной величины и именно в этом смысле может быть рассмотрена как непараметрическая.

По мнению Ю. Адлера и Ю.А. Кошевника [3] бутстреп, метод складного ножа и процедуры перепроверки тесно связаны, и не стоит их

строго различать. Например, в работах Б. Эфрона [3] они рассматриваются вместе. По мнению тех же авторов, эти методы появились для того «чтобы бороться со смещением, обусловленным выборкой. Затем выяснилось, что бутстреп стоит использовать для оценки выборочной дисперсии. Ну а от дисперсии рукой подать до доверительных границ и проверки гипотез. Таким образом, это универсальный метод».

Складной нож, бутстреп можно использовать при решении любых статистических задач: для проверки гипотез о законах распределения, в регрессионных задачах, в дисперсионном анализе, при многомерных задачах классификации. Метод вполне возможно применять и при решении сложной задачи предсказания. На основе обучающего множества можно построить эффективное правило предсказания с помощью регрессионных и других статистических схем прогноза, которые в сочетании с концепциями MOS и PP могут значительно увеличить качество прогноза локальных характеристик погоды. Б. Эфрон предлагает использовать бутстреп-процедуры при оценивании доли ошибок, например, в дискриминантном анализе [3].

В настоящей работе этот метод был использован для решения задачи предсказания с помощью линейной множественной регрессии месячных сумм осадков по сельскохозяйственным районам Казахстана. Окончательный прогноз давался по среднему «складного ножа». Изменчивость за счет изменения подвыборок оценивалась дисперсией «складного ножа», которая представляет собой оценку разброса прогноза относительно математического ожидания самого прогноза.

Так как бутстреп-процедура не требует информации о виде закона распределения, а месячные суммы осадков, являющиеся предиктантом, чаще всего распределены не нормально, использование подобной методики является правомерным. Идея метода состоит в оценивании статистики Y (месячной суммы осадков) по подвыборкам, образованным из исходной выборки. В оценку входит «межвыборочная изменчивость», влияние которой «усредняется» по подвыборкам, что приводит, по мнению Тьюки, к большей устойчивости предиктанта-прогнозируемой величины.

Опишем метод подробнее. Оценивается статистика Y (предиктант, представляющий собой месячную сумму осадков, осредненную по территории определенного района) по исходной выборке из n элементов. Пусть $Y_{общ}$ соответствует оценке для сложной статистики, полученной по всей исходной выборке из n наблюдений. Y^j – аналогичный результат,

полученный после отбрасывание j -ого наблюдения по $(n-1)$ -ому наблюдению. Введем псевдозначения следующим образом:

$$Y_j^* = n \cdot Y_{общ} - (n-1) \cdot Y^j. \quad (1)$$

Теперь эти псевдозначения играют ту же роль, что и исходные данные для получения оценки Y .

Среднее складного ножа Y^* и оценка дисперсии S^{2*} даются выражениями:

$$Y^* = \frac{1}{n}(Y_1^* + Y_2^* + Y_3^* + \dots + Y_n^*), \quad (2)$$

$$S^2 = \frac{\sum Y_j^2 - \frac{1}{n}(\sum Y_j^*)^2}{n-1}, \quad (3)$$

$$S^{2*} = \frac{S^2}{n}. \quad (4)$$

Как было отмечено выше, для оценки Y_n параметра θ , смещение которой допускает асимптотическое разложение

$$M(Y_n - \theta) = \frac{a_1}{n} + \frac{a_2}{n^2} + o(n^{-3}) \text{ при } n \rightarrow \infty, \text{ оценка, построенная по}$$

псевдозначениям, имеет меньшее смещение [2].

Пусть Y_n – оценка параметра θ , вычисленная по n наблюдением $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n$, а Y_{n-1j} – оценка той же формы, что и Y_n , но вычисленная по $(n-1)$ наблюдениям, т.е. после отбрасывание Y_j . Обозначим за \bar{Y}_{n-1} среднее по всем Y_{n-1j} , где $j = 1, 2, 3, \dots, n$, предположим, что для всех достаточно больших n , в частности для $m = n-1$ и $m = n$.

$$M(Y_n) = \theta + \frac{a_1(\theta)}{m} + \frac{a_2(\theta)}{m^2} + o\left(\frac{1}{m^3}\right).$$

$$\text{Тогда } M(Y_{n-1}) = \theta + \frac{a_1(\theta)}{n-1} + \frac{a_2(\theta)}{(n-1)^2} + o\left(\frac{1}{n^3}\right),$$

$$M(Y_n) = \theta + \frac{a_1(\theta)}{n} + \frac{a_2(\theta)}{n^2} + o\left(\frac{1}{n^3}\right).$$

Из двух последних равенств вытекает, что можно найти такую линейную комбинацию статистик \bar{Y}_{n-1} , Y_n которая будет иметь смещение порядка $\frac{1}{n^2}$ т.е. можно исключить член порядка $o\left(\frac{1}{n}\right)$. Действительно

$$Y_n^* = n \cdot Y_n - (n-1)\bar{Y}_{n-1} = n \cdot Y_n - \frac{n-1}{n} \sum Y_{n-1j} \quad (5)$$

имеет математическое ожидание $M(Y_n^*) = \theta + o\left(\frac{1}{n^2}\right) + o\left(\frac{1}{n^3}\right)$.

Поэтому в случае множественной регрессии с фиксированным значением числа переменных p главный член смещения из-за несимметричности ошибок становится $o\left(\frac{p^{\frac{3}{2}}}{n^2}\right)$ вместо $o\left(\frac{p^{\frac{3}{2}}}{n}\right)$. Дж. Тьюки [2] указывает на большую устойчивость оценок, рассчитанных с помощью псевдозначений, по сравнению с оценками, полученными по исходной выборке.

Выборочная изменчивость полученной статистики оценивается величиной S^{2*} , которая, как показал Тьюки, служит приближением дисперсии оценки статистики Y . Таким образом, применяя складной нож, бутстреп – процедуру мы имеем следующие преимущества:

1. меньшее смещение по сравнению с исходной оценкой;
2. большую устойчивость, что позволяет использовать анализ остатков для корреляции предсказания;
3. возможность оценивать дисперсию предсказания в условиях, далеких от идеальных.

В настоящей работе складной нож применялся к прогностической модели с помощью уравнения линейной множественной регрессии, где отбор предикторов проводился на основе дальних корреляционных связей осадков с характеристиками полей геопотенциала поверхностей H_{500} , H_{700} и H_{1000}^{500} с помощью пошаговой процедуры.

Прогноз строился по следующей схеме. Для каждой из 12 областей, по которым дается прогноз, по исходной выборке длиной $n = 30$ оценивалось уравнение регрессии

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_k X_k,$$

рассчитывались коэффициенты и строился прогноз по исходному набору предикторов, т.е. $Y_{общ} = a_0 + a_1 X_1 + \dots + a_k X_k$.

следующее наблюдение, оценки получались на оставшейся выборке, отличной от первой, и процесс продолжался далее. Модель каждый раз менялась и оценки получались каждый раз на новой выборке.

Если оценки устойчивы, то прогноз является достаточно удовлетворительным. Если они неустойчивы, то и оценки прогноза вряд ли можно считать хорошими. Изменчивость за счет изменения подвыборок оценивается дисперсией складного ножа. Если дисперсия псевдозначений велика, то метод скорее всего неустойчив.

Прогноз давался в виде числа, затем оценивался по принадлежности к трем равновероятным градациями («ниже нормы», «норма», «выше нормы»), полученным с помощью эмпирических функций распределения.

В процессе использования скользящего контроля были получены оценки качества прогноза по критерию p (критерию принадлежности к определенной градации), критерию ρ (критерию оценки знака аномалии) и по коэффициентам корреляции r между прогностическим и фактическим значениями месячных сумм осадков. Это обычные формулы, используемые при оценке месячных прогнозов погоды, известные всем специалистам в этой области. Оценка проводилась по каждому из 12 выбранных административных районов для каждого месяца теплого времени года (апрель...октябрь) и в целом по территории.

Приведем средние оценки по этим критериям за весь период. В табл. первыми указаны бывшие названия областей.

Таблица

Оправдываемость прогноза месячных сумм осадков с помощью скользящего контроля по критериям p , ρ , r и в среднем за весь теплый период

Область	Оправдываемость прогноза по		
	p %	ρ	r
Гурьевская (Атырауская)	76	0,35	0,45
Уральская (север)	79	0,60	0,60
Уральская (юг)	73	0,49	0,51
Актюбинская	75	0,47	0,54
Семипалатинская (север)	73	0,39	0,40
Семипалатинская (центр)	77	0,42	0,62
Северо – Казахстанская	77	0,39	0,50
Кокчетавская	78	0,38	0,51
Целиноградская (Акмолинская)	68	0,49	0,39
Павлодарская	76	0,48	0,57
Карагандинская	77	0,48	0,65
Кустанайская	73	0,41	0,48
Среднее по территории	75	0,45	0,52

На независимом материале для 60 случаев оценка по p составила 78 %, а по $\rho = 0,53$.

Все это позволяет придти к следующему мнению. При физически обоснованном выборе предикторов на основании статистически значимых корреляционных связей «jackknife» и «bootstrap» – процедуры можно эффективно использовать в регрессионных и других статистических схемах для предсказания отдельных характеристик погоды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголюбова Е.В. Прогноз месячной суммы осадков в весенне-летний, период по сельскохозяйственным районам Казахстана: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 1985, – 25 с.
2. Мостеллер Ф., Тьюки Дж. Анализ данных и регрессия. Вып. 1, 2 - М.: Финансы и статистика, 1982. – 319 с., 239 с.
3. Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 263с.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

БОЛЖАУДЫҢ СТАТИСТИКАЛЫҚ ҮЛГІСІНДЕ “СКЛАДНОЙ НОЖ ЖӘНЕ БУТСТРЕП-ПРОЦЕДУРА” ӘДІСІН ПАЙДАЛАНУ

Физ.-мат. ғылымд. канд. Е.В. Боголюбова

Мақалада көлемді статистикалық деректерді өңдеудің жаңа жолы Қазақстан аумағындағы жауын-шашынның айлық жиынтығын болжау мысалында ауа райын болжаудың регрессивті үлгісінде аталған әдісті пайдалану барысында көрсетілген. Мұндай процедура жылжуды бәсеңдетіп, статистикалық үлгінің тұрақтылығының артуына мүмкіндік береді.

УДК 551.461.25 (465.75)

ОБРАБОТКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КЛИМАТИЧЕСКОГО СПРАВОЧНИКА

М.Т. Ибрагимов

В статье рассматриваются возможности использования ГИС применительно к отражению метеорологической информации. Описывается программа, которая позволяет обработать метеорологическую информацию для базы данных разрабатываемого климатического справочника.

Осознание недостаточности знаний об окружающей среде в конце двадцатого века совпало с бурным развитием информатики и вычислительной техники. В результате на стыке многих областей знания, таких как наука об окружающей среде, информатика и т.п., возникла новая сфера деятельности - *экоинформатика*, ориентированная на применение информационных технологий для изучения окружающей среды и обеспечения устойчивого развития.

В результате были созданы геоинформационные системы (ГИС), которые способствовали комфортности обработки и представлению информации. Удобная обработка заключается в том, что внутри любой ГИС используется система управления базами данных (СУБД), которая на основе занесенной в базу данных (БД) информации производит простую выборку требуемой информации. Результат этой выборки представляется в графическом виде (карты, графики, схемы), что очень удобно для анализа геоинформации. Подобные программные средства обеспечивают принципиально новые возможности не только анализа информации, но и экспертизы, систематизации информации для мониторинга и управления природными ресурсами.

В Казахстане наиболее широкое применение в метеорологии получили следующие ГИС: Кликком, ГИС-Метео, *ArcView GIS*, *MapInfo Professional*. *ArcView GIS* и *MapInfo* продукты фирм *ESRI* и *MapInfo* соответственно, на сегодняшний день являются наиболее совершенными по количеству выполняемых задач.

MapInfo Professional позволяет создавать и анализировать карты стран, территорий, районов, городов и вообще всего, что может рассматриваться как карта или план. Созданная электронная карта может быть отображена различными способами, в том числе в виде высококачественной картографической продукции. Кроме того, *MapInfo* позволяет решать сложные задачи географического анализа на основе реализации запросов и создания различных тематических карт, осуществлять связь с удаленными базами данных, экспортировать географические объекты в другие программные продукты и многое другое.

Стандартный пакет *ArcView GIS* включает набор стандартных инструментов по анализу экологической информации, созданию БД, построению графиков и карт. Но помимо этого имеется два дополнительных модуля: *Spatial Analyst* и *Network Analyst*.

Модуль *Spatial Analyst* предоставляет дополнительные возможности создания, отображения и анализа растровых данных. Растровые данные или грид-данные особенно удобны для отображения географических явлений, непрерывных в пространстве, таких как рельеф, осадки, температура, плотность населения и другие параметры, которые можно представить в виде статистических поверхностей.

Модуль *Network Analyst* предлагает дополнительные функции к *ArcView GIS* для анализа линейных сетевых тем, таких как дороги, линии коммуникаций, городские улицы, реки и др. Для правильной работы с сетевыми покрытиями они должны быть подготовлены определенным образом. В базу данных должны быть внесены сведения, которые часто имеются в наличии только в текстовом формате.

ГИС-Метео используется в "Казгидромете" в качестве основного "анализатора" данных, полученных от метеостанций, для обработки метеорологической информации и построения прогнозов. ГИС-Метео - это интерактивный и работающий в режиме реального времени инструмент, предназначенный для использования в оперативной работе. Она позволяет получать метеорологические карты по любому региону земного шара с использованием оперативной информации из различных баз данных:

1. метеорологическая база данных, пополняемая в режиме реального времени;
2. база данных с изображениями, полученными с метеорологических спутников.

В РГП "Казгидромет" также используется программное обеспечение Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) - "КЛИКОМ", контрольная версия (расширенная версия 3.1) которая была передана в 1997 году. Это программное обеспечение распространяется среди более чем 130 членов ВМО. Данная программа представляет собой базу климатических данных, которые используются для мониторинга климатической системы.

В 1998 году "Казгидромет" заказал "КазНИИМОСК" работу над несколькими разделами климатического справочника, подготавливаемым за период 1970...2000 гг., в частности по разделу 3 "Атмосферные явления". Для выполнения работы необходимо было создать электронную базу данных, которая должна была содержать информацию о типе, продолжительности, дате и времени начала и окончания таких явлений, как метели, туманы, пыльные бури, град и грозы по 250 метеорологическим станциям Казахстана. Эта информация получалась путем обработки архивных данных из бумажных носителей за период с 1970 по 1985 гг. Данные за 1986...2000 гг. предоставлялись "Казгидрометом" в виде файла с "текстовой" страницей № 8 таблиц ТМ-1 (рис. 1).

Станция АККУДУК		N Станции 4305410		Год 2000		Месяц 1		А Т М О С Ф Е		
Чис ло	Условные обозначения; время начала и конца, часы, минуты; интенсивность явления									
1	И	15.20-07.30	Дж	00.10-06.15						
2	И	15.05-07.00								
3	Р	21.30-05.31	Дж	03.11-07.30						
4	Дж	23.00-11.00	Мр	06.06-09.00=	Мр	09.00-11.11	Дж	14.00-15.00	Р	14.30-15.00
5	Дж	15.00-17.45	Р	15.00-07.30	Дж	03.20-06.41	Дж	06.30-07.11=	Дж	14.00-15.00=
6	Дж	15.00-16.01	Дж	17.41-01.00=	Мр	04.51-05.54=	Мр	07.31-09.41		
7	СМ	22.00-03.00	С	03.00*12.00	П	03.00-09.00	С	09.00-09.11=	С	12.00-13.31=
	П	12.31-15.00								
8	П	15.00-16.21								
9	Дж	17.00-21.00	ТП	21.00-04.30=						
10										
11										
12	ЗС	05.00-06.50=	ЗС	06.50-10.30						
13	С	05.02*09.06=								
14										
15	С	03.15-07.30=	ИЛ	13.30-15.00						
16	ИЛ	15.00-18.50								
17										
18	И	17.30-18.00=	И	18.00-05.45	И	14.30-15.00				
19	И	15.00-04.30								
20	И	23.20-07.00								
21	И	15.30-05.00	Мр	08.10-09.00=	Мр	09.00-09.30	С	13.15-15.00=		
22	С	15.00-15.20=	И	23.30-08.30						
23	КС	16.40-18.20	И	23.30-06.30	И	14.35-15.00				
24	И	15.00-02.45								
25										
26	И	16.00-06.30								
27	Дж	06.50-11.15								
28										
29	И	14.00-15.00								
30	И	15.00-08.00								
31										

Рис. 1. "Текстовая" страница в электронном виде, содержащая первичную информацию для базы данных

Такой формат предоставляемой информации не позволял быстро производить выборку по интересующим явлениям "Электронный" вариант страницы требовал обработки данных "вручную", т.е. страница фактически

представлена в таком же виде, что и на бумажном носителе (ТМ-1). Основной проблемой стала необходимость обработки данных таким образом, чтобы они были готовы к занесению в базу данных ГИС в виде таблиц.

Для выполнения поставленной задачи была разработана программа, позволяющая производить автоматизированную выборку данных наблюдений из электронной версии таблиц ТМ-1, в которой содержится необходимая для климатического справочника информация. Программа была написана на языке Borland Delphi и функционирует в среде Windows. На рис. 2 показаны рабочие окна этой программы.

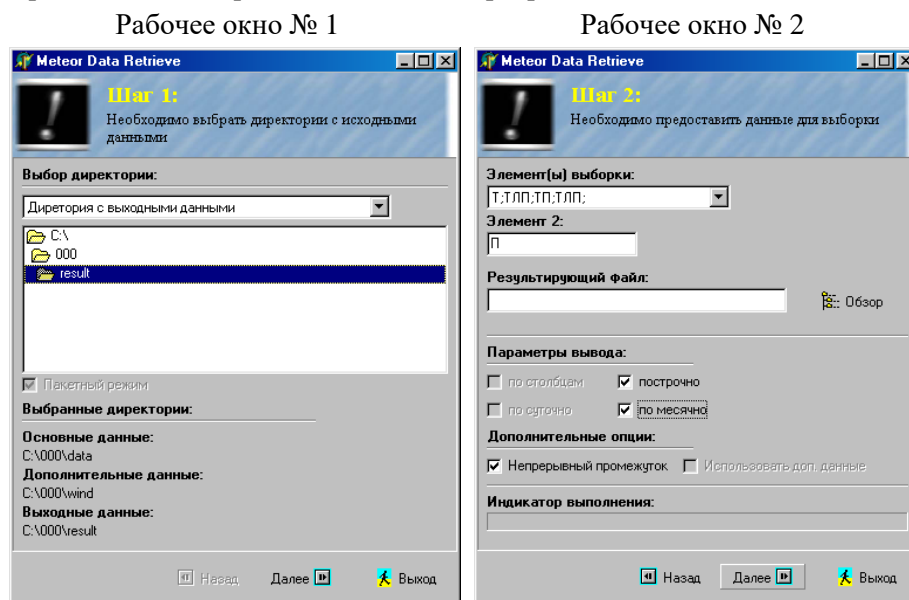


Рис. 2. Пример рабочих окон программы.

Как видно, в качестве исходной информации указаны папки с данными из ТМ-1 по конкретной станции и во втором окне – информация, которую необходимо выбрать, в данном случае – "Туманы".

Пользователь должен указать название и путь доступа к папкам с данными, а также путь для помещения и сохранения выборки. Директория с "Основными данными" содержит папки с электронными версиями стр.8 ТМ-1 для станций, которые необходимо обработать. Директория с "Дополнительными данными" содержит папки с электронной выборкой по ветру и его направлению за конкретный промежуток времени для станций, которые необходимо обработать. Названия вложенных папок должны быть те же, что и в директории с "основными данными". Директория с "Выходными данными" будет содержать файлы с выборкой (в текстовом

формате), которые в дальнейшем будут помещены в БД ГИС. 3-я папка может быть не задана (она задается только в случае выборки метелей, поскольку для них необходимо было также выбирать "скорость и направление ветра"). Для остальных же явлений дополнительно ничего выбирать не было необходимости.

Далее необходимо отобрать все требуемые элементы выборки согласно сокращениям, используемым в ТМ-1, которые отображают конкретное явление (например, для туманов в ТМ-1 используются следующие обозначения – Т, ТЛП, ТП). Также устанавливаются параметры, по которым программа будет осуществлять вывод выборки в текстовый файл (например, "построчно" + "помесячно" - осуществляет вывод в текстовый файл всех продолжительностей за месяц конкретного года в строку, разделяя значения ";").

Программа позволяет произвести настройку элементов выборки непосредственно перед запуском. Настройка производится путем редактирования файла программы, в котором указываются сокращения, используемые на с.8 ТМ-1.

После запуска программа открывает папку с основными данными для станции, являющейся первой в списке. Происходит пофайловое считывание электронных версий с.8 ТМ-1 (каждый файл отражает информацию по одному месяцу конкретного года) и их анализ на наблюдение явления в этот период времени. Если явление наблюдалось, тогда программа делает запись в результирующий файл информации о дате, когда явление происходило, и его продолжительности. После обработки последнего файла конкретной станции происходит дополнительный анализ выбранных данных согласно выбранным пользователем параметров выборки. Заключительный результат записывается в файл (название файла включает название станции, для которой производилась выборка) в папку с выходными данными.

Далее программа проходит эти же шаги для всех станций находящихся в папке до заключительной обработки данных последней станции. После этого программа информирует пользователя о завершении процедуры выборки. Программа производит выборку и позволяет получить информацию следующего вида для заданного типа явления:

Дата наблюдения	Продолжительность явления	Дополнительная информация
-----------------	---------------------------	---------------------------

Такой формат записи позволяет обрабатывать данные в табличном виде и заносить их непосредственно в базу данных ГИС.

Необходимо отметить, что есть ряд особенностей работы программы. Программа работает только с "русскими" региональными настройками в среде Windows, и, к сожалению, отсутствует справка и расшифровка сообщений об ошибках. Программа была написана для внутреннего использования и разработка справки и расширенной инструкции не требовалась. Сама программа и краткая инструкция по использованию была передана в "Казгидромет" для возможности ее использования и дальнейшего усовершенствования.

Разработанная программа позволила ускорить процесс обработки метеорологической информации, повысить качество получаемой выборки и получить формат данных, необходимый для использования в ГИС. В частности, для выполнения климатического справочника нужно было провести проверку рядов наблюдений на однородность и качество по всем атмосферным явлениям. Анализ однородности рядов выполнялся по временным рядам годового числа дней с рассматриваемым атмосферным явлением, проводилось сравнение этих данных с данными ближайших станций, расположенных в разных от сравниваемой станции направлениях, но в сходных условиях местоположения. На заключительном этапе проверки данных выполнялся площадной контроль. Для этого по данным за все месяцы и за год в целом на гипсометрические карты наносится среднее число дней с явлением. Такой анализ производился при помощи *ArcView GIS* с занесением обработанных данных и построению изолиний при помощи надлежащих инструментов.

Информация о существующих геоинформационных системах и их возможностях была использована из Интернет-сайта www.dataplus.ru, о программе ГИС-Метео из <http://mapmak.mecom.ru/rgismet.htm>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годовой отчет ВМО за 1997 г. – Женева, 1997. – 60 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

**ДЕРЕКТЕР ҚОРЫН ЖАСАУДА МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІ
ӨНДЕУ ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ АНЫҚТАМА ДАЙЫНДАУДА ГХЖ ПАЙ-
ДАЛАНУ**

М.Т. Ибрагимов

Мақалада метеорологиялық мәліметтерді қамтуға қатысты ГХЖ пайдалану мүмкіндіктері қарастырылған. Климаттық анықтама дайындауда деректер қорына қажетті метеорологи-

ялық мәліметтерді өңдеуге мүмкіндік беретін бағдарлама сипатталған.

УДК 551.510.42

**ВЛИЯНИЕ СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОВЕНЬ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ГОРОДА ТАРАЗ**

О.В. Карпова

По материалам наблюдений за период с 1991 по 1995 год был изучен временной ход концентраций основных примесей в центральные месяцы сезонов в г. Тараз. Рассчитан параметр P , построены графики его месячного хода, оценено влияние синоптических ситуаций у поверхности земли, на высоте 500 гПа и в слое ОТ 500/1000 на уровень загрязнения. Значения параметра P в пределах месяца довольно часто изменяются в широких пределах. Установлена высокая зависимость между высокими, экстремально высокими, низкими уровнями загрязнения и барическим полем у поверхности земли, а также толщиной слоя 1000 - 500 гПа.

В связи с возобновлением роста производства в крупных промышленных городах Казахстана, возникла необходимость изучения метеорологических и аэросиноптических условий, способствующих накоплению примесей у поверхности земли и тем самым ставящих под угрозу здоровье населения. При решении проблемы защиты воздушного бассейна от загрязнения важная, а в ряде случаев решающая роль, отводится метеорологическим аспектам, так как именно ими определяется в основном поведение попавших в атмосферу выбросов. Но для оценки влияния аэросиноптических условий на уровень загрязнения, необходимо изучить содержание примесей в атмосферном воздухе и их поведение под влиянием различных метеорологических условий.

Тараз - промышленный город с населением 315 тыс. жителей [3]. В нем расположены предприятия по производству удобрений и ТЭЦ. Основным источником загрязнения является предприятие по производству удобрений. На ряде предприятий города имеются низкие и неорганизованные источники выбросов, от которых загрязняющие вещества поступают в атмосферу без очистки из-за отсутствия или неисправности газоочистных устройств

В последнее время все большее значение приобретают работы по краткосрочному прогнозу загрязнения воздуха и предотвращению опасно-

го увеличения концентраций примесей в приземном слое атмосферы в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Проведение таких работ способствует улучшению состояния воздушного бассейна в городах. На основе выполненных разработок [1, 2, 4] прогнозы загрязнения воздуха и предупреждения о возможном НМУ составляются во многих городах. Вместе с тем сохраняется настоятельная необходимость развития и совершенствования таких работ, в первую очередь, с целью увеличения количества обслуживаемых городов и предприятий, а также повышения оправдываемости и эффективности прогнозов наиболее высоких уровней загрязнения атмосферы в городе.

Решение указанных задач в значительной степени связано с анализом синоптических условий загрязнения воздуха. Ранее выполненные исследования [6, 7, 8] показали, что наиболее эффективными являются те методы прогноза, которые в наибольшей степени учитывают физические особенности воздействия метеорологических условий на уровень загрязнения воздуха. В этой связи можно отметить, что синоптическая ситуация включает в неявном виде необходимую для данной задачи информацию о физических процессах в атмосфере – скорость и направление ветра, температура воздуха, стратификация атмосферы, указывает на наличие инверсий, туманов, осадков, вертикальных движений и т.д. Информативность синоптических ситуаций, как предикторов, значительно повышается, если учитывать связи между ними и уровнем загрязнения воздуха в конкретных городах.

Наиболее важен анализ синоптических условий, определяющих формирование высоких уровней загрязнения воздуха, которые представляют повышенную опасность для здоровья людей и окружающей среды. К ним, в первую очередь, следует отнести длительные периоды с высоким уровнем загрязнения, а также редко встречающиеся случаи с экстремально высоким содержанием примесей в городском воздухе. К периодам с повышенным уровнем загрязнения относят эпизоды, когда значение параметра P колеблется в пределах от 0,21 до 0,35. Если параметр $P > 0,35$, то уровень загрязнения считается высоким, экстремально высокий уровень загрязнения обусловлен значениями параметра P , превышающими 0,45. Параметр P рассчитывается отдельно для каждого суток или месяца, с помощью нахождения средней по рассматриваемым компонентам загрязнения атмосферного воздуха.

Синоптические ситуации, определяющие уровень загрязнения воздуха в городе, успешно предсказываются существующими способами [5, 9]. Однако анализ синоптических условий загрязнения воздуха связан с определенными трудностями. Часто затруднительна объективная физическая оценка ситуаций вследствие их большой изменчивости, а иногда – нечеткой выраженности. Поэтому целесообразно ориентироваться на наиболее устойчивые ситуации. В ряде случаев, при сходных синоптических условиях, могут различаться погодные характеристики, определяющие уровень концентраций в атмосфере рассматриваемого города.

Наиболее общие сведения, полученные в результате анализа информации [10], указывают на повышенное загрязнение воздуха в антициклонах. При циклонической ситуации городской воздух сравнительно чист, что, очевидно, связано с осадками и усилением ветра. Таким образом, при одних и тех же выбросах загрязнение воздуха в городе меняется в зависимости от синоптических процессов.

Концентрации примесей в воздухе часто меняются под влиянием случайных причин. Резко может возрастать содержание примесей при залповых выбросах на промышленных объектах, при заторах автомашин на перекрестках, при строительных работах, при осуществлении случайных различных выбросов в атмосферу. Наряду с этим существующие методы наблюдений и химического анализа проб воздуха имеют довольно значительные погрешности. Следует также иметь в виду, что ручные (неавтоматические) измерения концентраций допускают возможность ошибок субъективного характера.

Все сказанное приводит к тому, что нельзя быть уверенным в надежности отдельно измеренной концентрации. Однако, в целом, при достаточном осреднении информация правильно характеризует состояние загрязнения воздуха и изменения его уровня в пространстве и времени.

Поэтому для характеристики загрязнения воздуха в целом по городу и установления обобщенных показателей загрязнения, использовался параметр P . Он основан на фиксации одновременного формирования относительно высоких концентраций примесей в воздухе и ежедневным расчетом их повторяемости по отношению к общему числу наблюдений в течение дня. Эта частотная характеристика является наиболее приемлемой для анализа метеорологических условий загрязнения воздуха. Так, значительный рост концентраций на одном из стационарных постов города, вызванный случайными причинами, мало скажется на значении параметра P ,

однако может заметно повысить среднюю по городу концентрацию примеси. В то же время неслучайные эпизоды одновременного роста содержания примесей в разных частях города, которые определяются метеорологическими процессами, достаточно хорошо выявляются при рассмотрении ежедневных значений параметра P .

В статье по материалам наблюдений за период с 1991 по 1995 год изучен временной ход концентраций основных примесей в центральные месяцы сезонов: январь, апрель, июль, октябрь, рассчитан комплексный показатель уровня загрязнения по городу в целом – параметр P , и построены графики его месячного хода. Для примера показана временная изменчивость параметра P в июле 1992 (рис.).

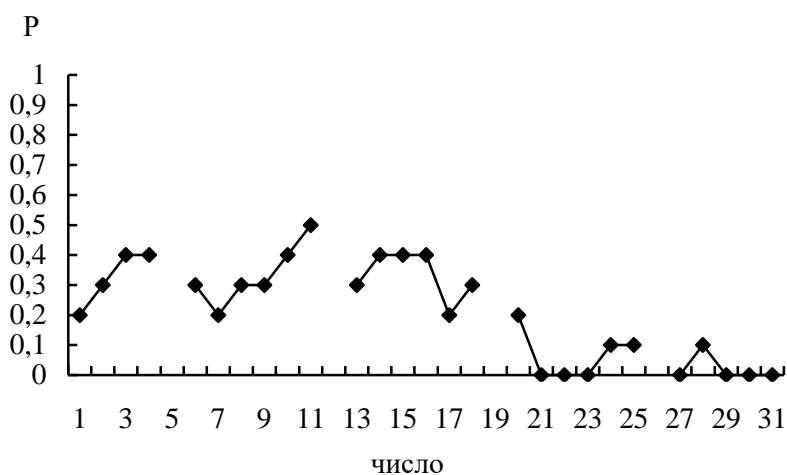


Рис. Значения параметра P в июле 1992 года.

На графике видно, как значительно может изменяться параметр P в пределах месяца. В середине месяца наблюдались высокие значения параметра P , достигающие 0,55, что указывало на экстремально высокий уровень загрязнения, во третьей декаде месяца значения параметра P не превышали 0,2 – пониженный уровень загрязнения. Анализ синоптических ситуаций показал, что различие в уровнях загрязнения в первой и второй половинах месяца неслучайны. Увеличение значений параметра P в начале месяца было связано с преобладанием у поверхности земли малоградиентного и антициклонального полей, в которых часто образуются инверсии температуры и застои воздуха, метеорологические условия, способствующие накоплению примесей у поверхности земли. Уменьшение уровня загрязнения во второй половине декады, обусловлено фронтальной деятель-

ностью, которая, как правило, сопровождается усилением ветра и осадками, приводящими к рассеиванию и вымыванию примесей из атмосферы. Таким образом, были проанализированы все случаи повышенного, экстремально повышенного и пониженного уровня загрязнения в центральные месяцы сезонов за период с 1991 по 1995 год.

Характерными основными синоптическими процессами, способствующими формированию повышенных уровней концентраций примесей в городском воздухе, считаются безградиентное поле, антициклоническая кривизна изобар, теплая воздушная масса и адвекция тепла в тропосфере. Исследования Сонькина Л.Р.[10], показали, что практически на всей территории России загрязнение воздуха было в среднем повышенным в ситуациях со стационарным антициклоном, малоподвижным гребнем, безградиентным барическим полем. Это объясняется метеорологическими условиями, сопровождающими данные синоптические ситуации: устойчивая стратификация в приземном слое атмосферы, уменьшение скорости ветра и вероятности выпадения осадков. Вынос тепла в средней тропосфере вследствие опускания воздуха приводит к образованию устойчивой приподнятой инверсии, которая является задерживающим слоем для поднимающихся примесей и особенно опасна для городских условий.

Наиболее важен анализ синоптических ситуаций, определяющих формирование высоких уровней загрязнения воздуха, которые представляют опасность для здоровья людей и окружающей среды. К ним в первую очередь следует отнести длительные периоды с высоким уровнем загрязнения, а также редко встречающиеся случаи с экстремально высоким содержанием примесей в городском воздухе.

К периодам с высоким уровнем загрязнения воздуха условно отнесены эпизоды, когда значения параметра $P \geq 0,35$. Анализ данных наблюдений показывает, что нередко такие периоды имеют продолжительность 2...3 дня, иногда их продолжительность достигает 10 дней.

Были исследованы синоптические условия формирования периодов с высоким уровнем загрязнения воздуха. Из выбранного ряда были выделены периоды, когда параметр P превышал 0,35. Затем анализировались синоптические ситуации, наблюдающиеся в течение этих периодов и строились сводные таблицы.

Табл. 1 была построена по данным в центральные месяцы сезонов за период 1991...1995 г. Анализ показал некоторую несопоставимость данных Л.Р. Сонькина, который в своих работах утверждал, что увеличению

концентрации примесей в атмосферном воздухе способствуют антициклональное и малоградиентное поле (МГП) у поверхности земли, и того что получилось у нас.

Таблица 1

Синоптические ситуации, наблюдавшиеся при $P \geq 0,35$

Антициклоническое поле					Циклоническое поле				МГП
7 (46 %)					76 (50 %)				7 (4%)
ЮЗ	Ю	Центр	ЮВ	З	ТС	ТФ	ХФ	Центр	
41	11	7	6	5	37	25	12	2	

За рассматриваемый период наблюдалось 153 случая, когда $P \geq 0,35$. Лишь в 7 случаях наблюдалось малоградиентное поле, что составило 5 %. Антициклоническое поле наблюдалось в 46 % случаев, причем наиболее часто повышенный уровень загрязнения наблюдался на юго-западной (43 случая), южной (11 случаев) перифериях антициклона и в центральной его части. В 50 % случаев высокий уровень загрязнения воздуха наблюдался в поле пониженного давления. Наиболее часто в области теплого сектора (35 случаев) и теплого фронта (25 случаев). Из 60 рассмотренных случаев, когда $P \geq 0,35$ при циклонических ситуациях в 45 случаях, что составило 75 % наблюдалась инверсия, которая способствовала накоплению примесей в приземном слое атмосферы.

Экстремально высокие уровни загрязнения $P \geq 0,45$ за рассматриваемый период наблюдались 29 раз (табл. 2). Из рассматриваемого периода экстремально высокий уровень загрязнения в области высокого давления наблюдался в 13 случаев, что составило 45 %, наиболее часто на юго-западной и юго-восточной перифериях антициклона. В 14 случаев, (48 %) при $P \geq 0,45$, наблюдалось циклоническое поле, причем наиболее часто экстремально высокий уровень загрязнения наблюдался в области теплого сектора и теплого фронта.

Таблица 2

Синоптические ситуации, наблюдавшиеся при $P \geq 0,45$

Антициклоническое поле				Циклоническое поле			МГП
12 (45%)				14 (48%)			2 (7%)
ЮЗ	ЮВ	Ю	Центр	ТС	ТФ	ХФ	
8	3	1	1	9	3	2	

В 77 % случаев, когда был отмечен экстремально высокий уровень загрязнения при циклонической ситуации, в приземном слое атмосферы наблюдалась инверсия, в некоторых случаях она сохранялась на протяже-

нии всех сроков наблюдений, что способствовало накоплению примесей у поверхности земли.

Для сравнения были рассмотрены случаи, когда значение параметра P было меньше 0,5 (табл. 3).

Таблица 3

Синоптические ситуации, наблюдавшиеся при $P < 0,5$

Антициклоническое поле	Циклоническое поле				Малоградиентное поле
8 (22%)	26 (72%)				2 (6%)
	ХФ	Центр	ТС	ТФ	
	15	6	4	1	

Анализ табл. 3 показал, что в 72 % случаев пониженный уровень загрязнения наблюдается в области циклонической деятельности. Наиболее часто в области холодного фронта (15 случаев) и центра циклона (6 случаев), что объясняется увеличением скорости ветра и выпадением осадков в зоне влияния фронтов и наибольшей интенсивностью нисходящих движений в центре области пониженного давления; в областях теплого сектора и теплого фронта пониженный уровень загрязнения наблюдается довольно редко, так как вероятность возникновения условий, приводящих к накоплению примесей, здесь несколько выше, чем, например, в центре циклона.

В поле повышенного давления из рассмотренного периода пониженный уровень загрязнения наблюдался лишь 8 раз, объясняется это тем, что в антициклонах формируются условия, которые способствуют накоплению примесей и увеличению их концентраций у поверхности земли.

Если сравнить данные табл. 2 и табл. 3, то можно видеть, что в малоградиентном поле равновероятно возникновение периодов с пониженным уровнем загрязнения и экстремально высоким. Малоградиентное поле пониженного давления характеризуется малооблачной погодой, но в летние месяцы в горных и предгорных районах местами могут отмечаться дожди ливневого характера, а малоградиентное поле повышенного давления характеризуется ясной погодой со слабыми ветрами во все сезоны года. Антициклоническое поле при экстремально высоких уровнях загрязнения наблюдается гораздо чаще, чем при пониженном уровне загрязнения. Как известно, поле высокого давления, как правило, сопровождается слабыми ветрами и инверсиями температуры, что способствует накоплению примесей у поверхности земли. В случае стационарного антициклона такие метеорологические условия наблюдаются в течение нескольких суток, примеси накапливаются в воздушном бассейне города и достигают экс-

тремально высоких концентрации. Пониженный уровень загрязнения при стационарном антициклоне в г. Тараз не наблюдался. В случаях с пониженным уровнем загрязнения чаще наблюдается циклоническое поле - усиление ветра и осадки, связанные с фронтальной деятельностью, рассеивают и вымывают примеси из атмосферы.

Наряду с оценкой синоптической обстановки у поверхности земли, были рассмотрены карты АТ 500. Анализ табл. 4 показал, что повышенный уровень загрязнения наиболее часто наблюдается в стационарных антициклонах и малоподвижных гребнях, реже в ложбинах высотных циклонов. В 19 % случаев повышенный уровень загрязнения наблюдался при широтном расположении высотной фронтальной зоны. В области малоградиентного поля высокий уровень загрязнения наблюдался лишь в 7 % случаев.

Таблица 4

Синоптическая ситуация на поверхности АТ 500 г Па

Уровень загрязнения	Антициклон	Гребень	Циклон	Ложбина	ШВТ	МГП
$P > 0,35$	7 (4 %)	53 (35 %)	3 (2 %)	51 (33 %)	29 (9 %)	10 (7 %)
$P > 0,45$		12 (41 %)	3 (10 %)	11 (38 %)	2 (7 %)	1 (4 %)
$P < 0,1$		7 (19 %)	1 (2 %)	21 (60 %)	7 (19 %)	-

Примечание: ШВТ – широтный вынос тепла.

Экстремально высокий уровень загрязнения наиболее часто наблюдается в высотных гребнях (41 % случаев), немного реже в ложбинах высотных циклонов (38 % случаев), поэтому можно сказать, что синоптическая обстановка на высоте 500 гПа не является показательной для прогноза высокого уровня загрязнения, но достаточно показательна для прогноза пониженного уровня загрязнения: в 60 % случаев пониженный уровень загрязнения наблюдался в ложбине высотного циклона.

В высотном гребне и при ШВТ по 19 % случаев пониженного уровня загрязнения, 2 % приходится на центр высотного циклона. Установлено, что высокий и экстремально высокий уровни загрязнения наиболее часто наблюдаются в гребнях тепла 58 % и 62 %, соответственно (табл. 5).

Таблица 5

Синоптическая ситуация в слое ОТ 500/1000

Уровень загрязнения	Гребень тепла	Ложбина холода
$P > 0,35$	89 (58%)	64 (42%)
$P > 0,45$	18 (62%)	11 (38%)
$P < 0,1$	5 (14%)	31 (86%)

Несколько реже в ложбинах холода 42 % и 38 %. Пониженный уровень загрязнения в области высотной ложбины наблюдался в 86 % случаев, а в области гребня тепла лишь в 14 % случаев.

Таким образом, изогипсы ОТ 500/1000, являются показательными для прогноза пониженного уровня загрязнения, для прогноза высокого и экстремально высокого уровней загрязнения наиболее рационально использовать прогностическое расположение очагов тепла и холода на картах ОТ 500/1000. Выявлено, что высокий уровень загрязнения часто наблюдается в области изотахи, очерчивающей очаг тепла в средней тропосфере, а пониженный уровень загрязнения наиболее часто отмечается в области холода.

В результате выполненных исследований получено следующее: высокий уровень загрязнения в антициклоническом поле наиболее часто отмечается на юго-западной периферии антициклона, в поле низкого давления в области влияния теплого сектора и теплого фронта. Экстремально-высокий уровень загрязнения в поле высокого давления наиболее часто наблюдается на юго-западной и юго-восточной перифериях антициклона, в циклоническом поле - в области теплого сектора.

Низкие уровни загрязнения наблюдаются значительно чаще в области низкого, чем в области высокого давления. Причем наиболее часто низкий уровень загрязнения отмечается в областях холодного фронта и центра циклона, то есть там, где имеют место наиболее интенсивные нисходящие движения.

В 75 % случаев при высоком уровне загрязнения и в 77 % случаев при экстремально-высоком уровне загрязнения в циклоническом поле, у поверхности земли наблюдалась инверсия, в отдельных случаях - на протяжении всего дня. Наиболее часто высокие и экстремально-высокие уровни загрязнения наблюдаются в областях барических и термических гребней, а низкие уровни загрязнения в подавляющем большинстве случаев отмечаются в областях барических и термических ложбин. Как правило, областям холода на картах ОТ 500/1000, соответствует пониженный уровень загрязнения, а областям тепла – повышенный уровень загрязнения воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безуглая Э. Ю. Особенности загрязнения воздуха городов и роль метеорологических факторов. – В кн.: Проблемы контроля и обеспечения чистоты атмосферы.- Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. 14 – 20.

2. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения уровня городов.- Л.: Гидрометеиздат, 1980.- 183 с.
3. Безуглая Э.Ю., Расторгуева Г.П., Смирнова И.В. Чем дышит промышленный город. Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 155 с.
4. Берлянд М.Е., Соломатина И.И., Сонькин Л.Р. О прогнозировании загрязнения воздуха. // Метеорология и гидрология. – 1972. – № 9. – С. 24 – 29.
5. Иванова Е.И., Сонькин Л.Р. Прогнозирование загрязнения воздуха в Ленинграде // Метеорология и гидрология. – 1976. – № 12. – С. 32 – 46.
6. Методические указания по прогнозу загрязнения воздуха в городах. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. – С. 5 - 16.
7. Методические указания по прогнозу загрязнения воздуха в городах с учетом метеорологических условий. – М.: Гидрометеиздат, 1986.- С.19 – 23.
8. Сонькин Л.Р. Некоторые возможности прогноза содержания примесей в городском воздухе // Труды ГГО: - 1974.- Вып. 314.- С 48 – 56.
9. Сонькин Л.Р., Николаев В.Д. Синоптический анализ и прогноз загрязнения атмосферы // Метеорология и гидрология. – 1993. – № 5. – С. 14 – 19.
10. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. - С. 51 – 58.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

ТАРАЗ ҚАЛАСЫНЫҢ АУА АЛҚАБЫНЫҢ ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІНЕ СИНОПТИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙДЫҢ ӘСЕР ЕТУІ

О.В. Карпова

1995 жыл мен 1991 жыл аралындағы кезеңдерде бағылау материалдары бойынша Тараз қаласында орталық айлардың маусымдарында негізгі жоспардың концентрациясының уақытына жүрі туралы оқылды. Параметр Р есептелді, сондай-ақ 500 гПа биіктігінде ж.,не ОТ 500/100 ластану деңгейінде жер беті бойынша синоптикалық жағдайдың „сері“ бағаланды. Яғни параметр Р ай ішінде кез келгенде жиі өзгеріп отыруы анықталды. Биіктік аралында, іте биіктікпен, тменгі ластану деңгейімен ж.,не жер бетінің барикалық алқабында, сонымен бірге 1000-500 гПа жабатының жалықтығының жоғары бағынылы орнатылды.

УДК 551.524.34(574)

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ЛЕДНИКЕ ТУЮКСУ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОЛЕДЕНЕНИЕ

Л.А. Ерисковская

Рассматриваются среднемесячные климатические изменения основных метеорологических элементов за период 1972...2003 гг. Климат стал менее континентальный и более влажный. Растет высота снежного покрова, общая облачность; скорость ветра уменьшается. Создались благоприятные условия для увеличения оледенения. Предлагаются методы для наращивания мощности ледника.

В настоящее время внимание ученых все более и более сосредотачивается на высокогорных районах, где формируется подавляющая часть стока рек, используемого в народном хозяйстве. Но еще больший научно-практический интерес проявляется к ледникам - одной из важнейших составляющих водного баланса, особенно во время засушливых периодов, когда ледники представляют по существу единственный источник питания рек в летние месяцы.

На одном из участков широтного простираения в Междуречье Большой Алматинки и Левого Талгара от осевого хребта в северном направлении отходит отрог Кумбель. Через несколько километров от него отчленяется Малоалматинский отрог, образуя в плане с отрогом Кумбель подковообразное горное обрамление, внутри которого раскинулся горноледниковый бассейн Туюксу с верховьями р. Малой Алматинки.

Выдвинутые далеко к северу отроги Кумбель и Малоалматинский стоят на пути влагонесущих масс, препятствуя проникновению их в верховья смещенных к югу бассейнов рек Большой Алматинки и Левого Талгара. Они способствуют перехвату определенной доли влаги, вследствие чего горноледниковый бассейн Туюксу получает самое большое количество атмосферных осадков, выпадающих на северном склоне хребта [3]. Этому способствуют, прежде всего, большие высоты Малоалматинского отрога, достигающие 4200...4400 м над уровнем моря и являющиеся после поднятия хребта в районе массива Талгар самыми значительными.

Горноледниковый бассейн Туюксу находится на северном склоне Заилийского Алатау - самого северного хребта Тянь-Шаня. Из общего протяжения в 280 км около 150 км главного водораздельного хребта имеют наибольшие высоты, благодаря которым в совокупности с орографией, ориентацией и рельефом создаются наиболее благоприятные условия для формирования и существования оледенения. Более подробная история исследования ледника Туюксу и современное описание его оледенения имеется в статье [2].

Являясь гляциогидрологическим объектом, ледники подвержены влиянию климатических колебаний, в особенности температуры воздуха и увлажнения, которые более всего воздействуют на ледники и определяют его внешний массоэнергообмен. В основном единственным источником питания ледников Заилийского Алатау являются атмосферные осадки. По исследованиям Г.А. Токмагамбетова наибольшее количество осадков выпадает на высоте 3450 м, где расположен ледник Туюксу, затем постепенно по мере возрастания высоты количество осадков уменьшается [7].

Более 40 % территории горноледникового бассейна Туюксу имеют наиболее оптимальные условия рельефа для отложения и накопления твердых атмосферных осадков, а также для достаточно длительного существования снежного покрова. Высокогорные районы Заилийского Алатау относятся к районам с избыточным увлажнением, особенно бассейн ледника Туюксу. В настоящее время влажность увеличивается. Как рассматривалось ранее, климат стал не только менее континентальным [1], но и более влажным. Высота снежного покрова за балансый год также возрастает (рис. 1). Как сказано в статье [2], наиболее важным фактором для ледников Средней Азии являются весенние осадки (рис. 2). Снежный покров и влажность воздуха возрастают, несмотря на то, что максимум осадков сместился на июнь. Так как максимальное количество осадков наблюдается в июне, то и относительная влажность, общая облачность в этом месяце наибольшие, а продолжительность солнечного сияния наименьшая. Продолжительность абляционного периода уменьшилась, что благоприятно для оледенения, так как льда стаять стало меньше. Наименьшая общая облачность наблюдается в сентябре месяце, поэтому и продолжительность солнечного сияния в этом месяце самая большая (табл.). Но абляции в сентябре уже нет, так как ледник покрыт снегом. Хотя снежный покров небольшой и среднемесячная температура еще положительная, но процесс таяния прекращается.

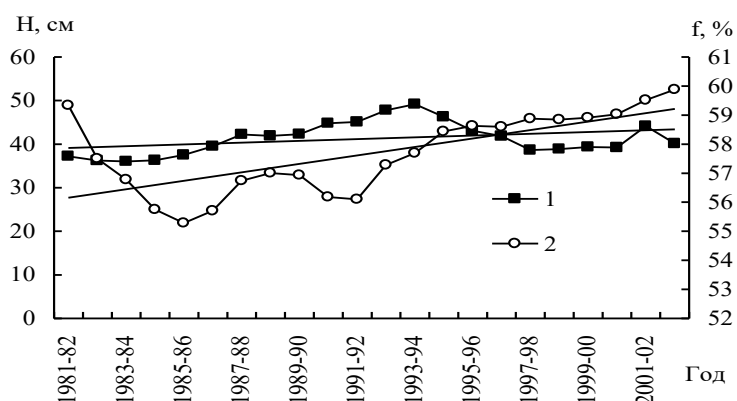


Рис. 1. Изменение скользящих среднемесячных значений относительной влажности и снежного покрова за балансовый год по 10-летиям на ст. Туюксу за период 1972...2003 гг.: 1 – высота снежного покрова и его линейный тренд; 2 - относительная влажность и ее линейный тренд.

Таблица

Средние месячные значения метеорологических элементов по станции Туюксу за период 1972...2003 гг.

Месяц	T , °C	T_{\max} , °C	T_{\min} , °C	A , °C	W , мм	f , %	H , см	Q , час	O , бал	V , м/с
Октябрь	-3,3	0,2	-6,9	7,1	60,6	54,9	16,7	165,8	3,9	1,7
Ноябрь	-8,3	-4,5	-12,0	7,5	43,4	53,0	33,1	108,6	4,4	1,9
Декабрь	-11,4	-7,9	-14,9	7,0	37,8	52,9	46,3	93,4	4,4	1,9
Январь	-13,5	-9,7	-17,1	7,7	25,7	51,4	53,3	107,3	4,6	1,8
Февраль	-13,1	-9,0	-16,2	7,7	25,2	54,4	53,3	129,7	4,7	1,7
Март	-9,6	-4,9	-13,6	8,7	47,7	57,0	64,8	160,2	5,3	1,6
Апрель	-4,1	0,9	-7,7	8,5	103,8	59,5	80,2	170,1	5,6	1,6
Май	-0,1	4,2	-3,9	8,1	148,6	66,0	67,2	165,0	5,9	1,4
Июнь	3,1	7,0	-0,3	7,3	164,8	68,8	30,2	152,8	6,2	1,5
Июль	5,7	9,1	2,4	6,7	155,5	66,0	1,2	183,1	5,5	1,4
Август	5,5	9,3	2,5	6,8	97,9	61,0	0,7	193,4	4,3	1,4
Сентябрь	2,0	5,7	-1,2	7,0	56,1	57,4	4,9	202,2	3,5	1,4
Σ за бал. год	-46,3	0,5	-88,8	90,1	964,6	702,2	451,9	1831,4	58,2	19,2
Ср. за бал. год	-3,9	0,0	-7,4	7,5	80,4	58,5	37,6	152,6	4,9	1,6

Примечания: T - температура, A - амплитуда максимальной и минимальной температуры, W - осадки, f - относительная влажность, H - высота снежного покрова, Q - продолжительность солнечного сияния, O - общая облачность, V - скорость ветра.

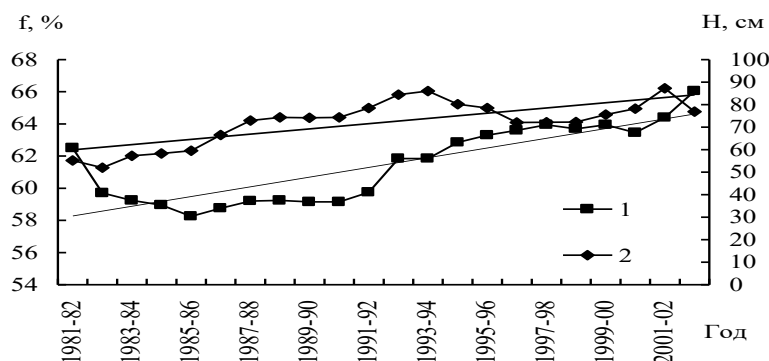


Рис. 2. Изменение скользящих среднемесячных значений за апрель-май месяцы по 10-летиям на ст. Туюксу за период 1972...2003 гг.: 1- снежный покров и его линейный тренд, 2-относительная влажность и ее линейный тренд.

По исследованиям Г.А. Токмагамбетова осадки в конце зимы дают основной прирост высоты и водности снежного покрова. По его наблюдениям вторая половина зимы является периодом наиболее обильного выпадения осадков и накопления снеготпасов для всего хребта Заилийского Алатау [7]. Но за период 1972...2003 гг. максимальное накопление снеготпасов приходится на весенние месяцы (апрель-май), а не на вторую половину зимы, особенно февраль, в котором отмечается минимум осадков (табл.). Значения максимальных температур наблюдаются в августе. Это самый теплый месяц на леднике Туюксу. Снежный покров в этом месяце - минимальный. Наибольшая амплитуда максимальных и минимальных температур отмечается в марте, так как в начале весны происходит частая и резкая смена холодной погоды на теплую и наоборот. Скорости ветра на леднике Туюксу небольшие, минимальные наблюдаются в теплом периоде года. Преобладающее направление ветра почти во все месяцы – юго-западное (ЮЗ). В настоящее время происходит уменьшение скорости ветра (рис. 3).

По исследованиям К.Г. Макаревича, Н.Н. Пальгова и других авторов средняя скорость ветра в первой половине 20-го столетия была больше 2 м/с, а за период 1972...2003 гг. она стала меньше 2 м/с (табл.). В теплый период скорость ветра также была меньше, чем в холодный [4]. В связи с уменьшением скорости ветра турбулентное перемешивание приземных слоев воздуха и испарение с ледника уменьшаются. Все это способствует увеличению влажности воздуха.

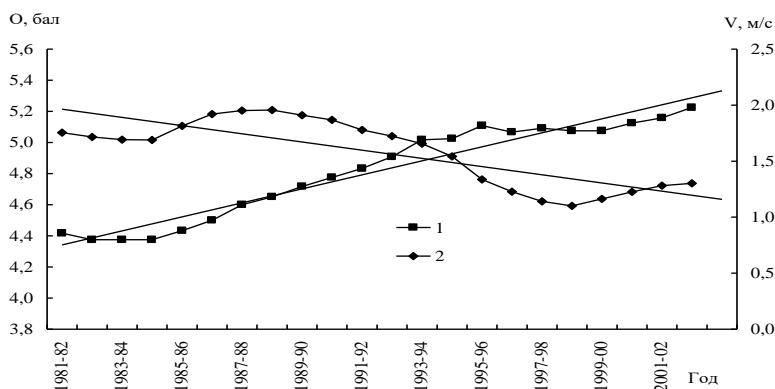


Рис. 3. Изменение скользящих среднемесячной скорости ветра и общей облачности за балансовый год по 10-летиям на ст. Туюксу за период 1972...2003 гг.: 1- общая облачность и ее линейный тренд, 2- скорость ветра и ее линейный тренд.

По высказываниям С.В. Калесника, на которого ссылается М.В. Тронов [8], для оледенения более благоприятен морской климат, чем континентальный, так как он богаче осадками. Тронов считает это положение правильным, за исключением особых случаев континентальных климатов вечного мороза, наблюдаемых в высокогорье. Так как в настоящее время количество осадков растет, увеличивается влажность, создаются благоприятные условия для роста оледенения.

По прогнозам акад. Н.Н. Пальгова, который писал в начале 50-х годов 20 столетия о леднике Туюксу, что с увеличением области питания создастся резкий перелом. На какой-то стадии увеличения своей мощности ледник получит импульс к более быстрому движению и тогда на стадии сокращения он будет способен перейти в стадию наступания даже при неизменившихся климатических условиях. Однако такие перемещения не будут характеризоваться большими масштабами. Ориентировочные расчеты показывают, что для Центрального Туюксуйского ледника высота его открытого конца должна составлять в таком случае не менее 3550 м над уровнем моря. В соответствии с существующей интенсивностью таяния ледниковый язык достигнет такого положения через 50...60 лет. В случае изменения климатических условий в благоприятную для ледника сторону современная стадия сокращения закончится раньше [5]. Этот период сейчас наступает. Несмотря на рост температуры и сокращение ледника, количество осадков, общая облачность увеличиваются; продолжительность

солнечного сияния уменьшается, растет влажность. Хорошо бы в этот период способствовать наибольшему накоплению осадков в высокогорной области. Предложения на этот счет обобщены в статье П.А. Черкасова [9]. Далее они изложены вкратце. В первой зоне - гляциальном бассейне ледника, объем, выпадающих осадков, можно увеличить двумя способами: искусственным усилением выпадающих осадков из облаков и усилением лавинного питания.

Эффект, получаемый от искусственного увеличения осадков в холодный и теплый периоды, для бассейна горно-ледниковой реки будет различным. В холодный период все выпавшие дополнительные осадки пойдут на увеличение снегозапасов, не изменяя режим ледникового стока, в теплый же период искусственные осадки будут выпадать в высокогорной зоне в твердом виде, а ниже - в жидком. Поэтому в области аккумуляции ледника они пойдут не только на увеличение питания, но и приведут к уменьшению абляции ледника в связи с увеличением альбедо их поверхности. В нижних зонах, где осадки выпадают в жидком виде, они дадут в теплый период увеличение речного стока.

Снежные лавины имеют довольно большое значение в питании ледников и для некоторых морфологических типов нередко являются основным источником. Искусственное усиление лавинных процессов в гляциальной зоне может дать ледникам довольно значительное дополнительное питание - около 20...30 % от общего накопления на ледниках.

В летнее время вполне реальным является снижение абляции (зависящей от количества тепла, поступающего на ледник в дневное время в виде прямой и рассеянной солнечной радиации) путем экранирования ледника плотной дымовой завесой при помощи шашек нейтрального белого дыма НДШ. Другой способ - закрытие языка ледника искусственно создаваемым мелкодисперсным водным экраном (туманом). Таким образом, комплекс целенаправленных активных воздействий на аккумуляцию и абляцию позволит увеличить естественный баланс массы ледника в 1,04...1,35 раза.

Ниже конца ледника, во второй зоне, увеличение объема аккумуляции может быть реализовано намораживанием льда в холодный период года, увеличивая тем самым его длину. Таким образом, суммарное увеличение аккумуляции за холодный период года за счет искусственного увеличения выпадения твердых осадков, усиления деятельности снежных лавин и намораживания льда составит не менее 50 % от общей годовой аккумуляции ледника.

В третьей зоне, охватывающей горную часть долины реки до замыкающего створа, большое значение будут иметь снежные массы, выносимые лавинами на дно долины. Конусы снежных лавин можно искусственно проморозить водой для повышения их плотности до 0,8...0,9 г/см³, а при многолетнем резервировании покрыть их теплоизоляцией. Общий объем воды, который можно накопить за холодный период за счет снежных лавин, составит от 5...10 % стока реки за этот период. Следует подчеркнуть, что именно теперь наступил тот момент, когда эти предложения могут быть реализованы с максимальным эффектом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерисковская Л.А. Влияние климатических изменений на оледенение в высокогорной области Заилйского Алатау на примере ледника Туюксу // Гидрометеорология и экология. - 2003. - № 4. – С. 31-34.
2. Ерисковская Л.А. Климатические изменения в высокогорной зоне Заилйского Алатау на примере ледника Туюксу // Гидрометеорология и экология. - 2003.- № 3. – С. 33 - 38.
3. Ледники Туюксу. / Макаревич К.Г., Вилесов Е.Н., Головкова Р.Г. и др. Гидрометеиздат. 1984. – 170 с.
4. Оледенение Заилйского Алатау / Макаревич К.Г., Пальгов Н.Н., Токмагамбетов Г.А. и др. М., 1969. – 287 с.
5. Пальгов Н.Н. Современное оледенение в Заилйском Алатау. - Алма-Ата. 1958. 202 с.
6. Судаков П.А., Зенкова В.А., Шабанов П.Ф. Режим осадков теплого периода и их роль в абляции ледников Заилйского Алатау // Успехи советской гляциологии. - Материалы третьего всесоюзного гляциологического симпозиума. - Фрунзе. 1968. – С. 139-143.
7. Токмагамбетов Г.А. Ледники Заилйского Алатау. Алма-Ата, 1976.- 387 с.
8. Тронов М.В. Вопросы связи между климатом и оледенением. - Томск, 1956. 202 с.
9. Черкасов П.А. Природный режим эволюции массы горных ледников Казахстана и возможности управлять им в период устойчивой деградации // Гидрометеорология и экология. - 2001. – № 3-4. – С. 80-96.

Институт географии

ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНДАҒЫ СОҢҒЫ ЖЫЛДАРДА МҰЗБАСУҒА ӘСЕР ЕТУШІ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАР

Л.А. Ерисковская

1972...2003 жж. кезеңіндегі негізгі метеорологиялық элементтердің орташа айлық климаттық өзгерістері қарастырылған. Климаттың континенттілігі бәсеңдеп, ылғалдылығы артқан. Қар жамылғысының қалыңдығы мен жалпы бұлттылық өскен және желдің жылдамдығы азайған. Мұзбасуды ұлғайтатын қолайлы жағдай қалыптасқан. Мұздықтың қуатын арттыратын әдіс ұсынылған.

УДК 506.1.556.54

**ЗИМНИЕ ПАВОДКИ НА РЕКЕ СЫРДАРЬЯ И ПРОБЛЕМА
ЗАЩИТЫ ГОРОДА КЫЗЫЛОРДА**

Доктор техн. наук

А.А. Турсунов

Р.К. Жиенбаева

В связи с полным зарегулированием стока и конъюктурой межгосударственных отношений зимние наводнения стали обычным явлением в низовьях р. Сырдарья. Обсуждаются проблемы адаптации крупного города, расположенного на берегу реки, к этим необычным природным явлениям, а так же вопросы пропускной способности р. Сырдарья в зимних условиях; предлагаются мероприятия, которые позволят не только обеспечить безопасный пропуск расходов воды, шуги и льда, но и ускорить процессы саморазмыва русла реки, что гарантирует город от последующих зимних затруднений и увеличит подачу воды в усыхающее Аральское море.

Река Сырдарья – вторая по величине река Центральной Азии, обеспечивает 1/3 притока свежих речных вод в Аральское море. По существующей классификации она относится к рекам снего-ледникового питания с характерным распластанным половодьем теплого периода (апрель-сентябрь), которое обусловлено таянием высокогорных снежников и ледников; на гребень волны половодья накладываются острые пики, обусловленные таянием низкогорных снегов и ливнями в горах [1]. В зимний период (декабрь-февраль) для реки была характерна глубокая межень с расходами не более 100...200 м³/с. В летний период расходы паводков достигали 1800 м³/с, а река разливалась в низовьях на десятки километров, оправдывая свое арабское название Сейхун (разливная, раздольная).

Среднемноголетний сток реки в естественный период в створе Кокбулак, на границе с Узбекистаном составлял 37,4 км³/год с колебаниями от 20 км³/год в маловодные до 60 км³/год в многоводные годы; из этого объема около половины, 18 км³/год в среднем попадало в Аральское море. В годы экстенсивного развития хлопководства (1965...1985 гг.) в верховьях реки, в зоне формирования стока горных притоков Сырдарья: Нарын, Карадарья и Шыршык, были построены крупнейшие водохранилища и Каскад гидроэлек-

тростанций (ГЭС). Таким образом, естественный сток реки был полностью зарегулирован: суммарный объем водохранилищ в бассейне реки (более 30 км^3) стал соизмерим со среднемноголетним стоком появилась возможность не только «срезать острые пики паводков», но и полностью изменять гидрологический режим реки: летом создавать искусственные маловодья, а зимой – небывалые в природе «зимние наводнения». Низовья стали получать воду по остаточному принципу: $12 \text{ км}^3/\text{год}$ в многоводные, $10 \text{ км}^3/\text{год}$ в средние и до $8 \text{ км}^3/\text{год}$ в маловодные годы; при этом доля Аральского моря была урезана до нуля: в списке водопотребителей море отсутствовало.

Чтобы бороться с искусственными маловодьями в низовьях реки, в начале 1970-х годов были построены Кызылординский (Тасбогет) и Казалинский (Бескара) гидроузлы, рассчитанные на пропуск расходов до $1200 \text{ м}^3/\text{с}$ и обеспечивающие забор воды в оросительные каналы. Однако углубившиеся маловодья на реках (наступила длительная фаза естественного маловодья, усугубленная зарегулированностью стока) потребовало строительства дополнительных подпорных сооружений: гидроузлов Айтек ниже плотины Тасбогет с суммарным транзитных расходом $350 \text{ м}^3/\text{с}$, Аманоткель и Аглак ниже плотины Бескара с расходами более $100 \text{ м}^3/\text{с}$. В результате создавалось полная диспропорция транзитных расходов в низовьях реки, которая не преминула сказаться в очередную фазу многоводия и породила проблему увеличения пропускной способности реки.

Эта проблема в последние годы обострилась целым рядом объективных и субъективных обстоятельств. Во-первых, за годы длительного маловодья (1973...1986 гг.) русло реки сильно обмелело и во многих местах было пересыпано песком, переносимым сильными здесь ветрами. В результате дно реки повсеместно приподнялось и теперь располагается выше, чем в бытовых условиях. Во-вторых, города и поселки, расположенные на берегах реки, стали интенсивно осваивать опустевшие поймы, отсекая от них огромные площади при помощи искусственных дамб; поэтому речная долина во многих местах оказалось сильно стесненной, что изменило ход естественных русловых процессов. В – третьих (и это, по-видимому, самое главное) коренным образом изменился гидрологический режим реки: вместо глубокой зимней межени с расходами чуть более $100 \text{ м}^3/\text{с}$ все чаще стали устраивать зимние паводки с расходами более $500 \text{ м}^3/\text{с}$, которые сопровождалась образованием характерных зажоров (скопление мокрого снега) и заторов (скопления льда, образование ледяных плотин).

Начиная с 1988 года на всех горных реках Центральной Азии наблюдается многоводная фаза, которая в середине 90-х годов сменилась коротким спадом расходов воды, а в конце 90-х и начале 21 века снова начался рост расходов, причем 2003-й и последующие годы, согласно существующим прогнозам, по-видимому, будут экстремально многоводными (сток около 60 км³/год и более). Повторные сооружения Аманоткель и Аглак в дельте реки уже полностью разрушены, гидроузел Айтек находится на стадии реставрации. Поэтому острота проблемы пропускной способности сместилась в район г. Кызылорды, где река оказалось наиболее стесненной городскими застройками: была возведена «новая дамба», при помощи которой отсекали огромные площади речной поймы для обустройства «зоны оздоровления и отдыха молодежи», городского пляжа, дендропарка, дачных участков и других построек (см. рис.).

Анализ современных космоснимков и старых топографических карт, результаты которых условно представлены на рисунке (см. урочища Султантогай и Калгандарья), показывают, что в районе города естественные русловые процессы в реке протекали по типу «свободного меандрирования» [2, 3]. Излучены имели «пальцеобразный» характер, что свойственно для участков реки с весьма малым продольным уклоном и мелкозернистым составом донных отложений. Одновременно это свидетельствует, о неустойчивости реки и большой опасности прорыва береговых дамб, когда река стремится уйти далеко в сторону от привычного русла. В истории рек Амударья и Сырдарья известны подобные случаи, когда полностью исчезали большие города, такие как: Кят (столица древнего Хорезма на Амударье) и Дженд (столица Казахского ханства на Сырдарье), в 40-е годы 20 века был смыт г. Турткуль, на Амударье.

Опасность ситуации в рассматриваемом случае обостряется следующими явными ошибками проектировщиков.

- На прямолинейном участке новой дамбы (см. правый берег между урочищами Султантогай и Калгандарья), где река стеснена до 80 м (выше и ниже её ширина более 100 м), дополнительно возведен бетонный пирс длиной около 30 м, т.е. здесь устроено дополнительное стеснение потока и обострение проблем. Автором данной статьи неизвестны примеры такого грубого вмешательства в жизнь свободно меандрирующей реки;
- Голова искусственного спрямляющего прокопа, который рассчитан на саморазмыв и разгрузку последующей ниже излучины у мемориала

«Коркыт Ата», расположена несколько ниже от пирса, т.е. там, где «сжатое сечение» потока и уровень воды у правого берега резко снизится. Следовательно в голову прокопа вода, шуга и льдины не пойдут и расчет на саморазмыв не оправдывается;

- Проект пирса и береговых дамб рассчитан на расход $450 \text{ м}^3/\text{с}$, а в начале декабря 2003 г. уже были расходы более $500 \text{ м}^3/\text{с}$, в январе ожидаются расходы до $750 \text{ м}^3/\text{с}$, причем они, возможно, совпадут с процессами ледостава на реке, которым будут предшествовать интенсивный шугоход. Заметим также, что расположенный ниже города гидроузел Айтек реставрируется на расход $800 \text{ м}^3/\text{с}$.

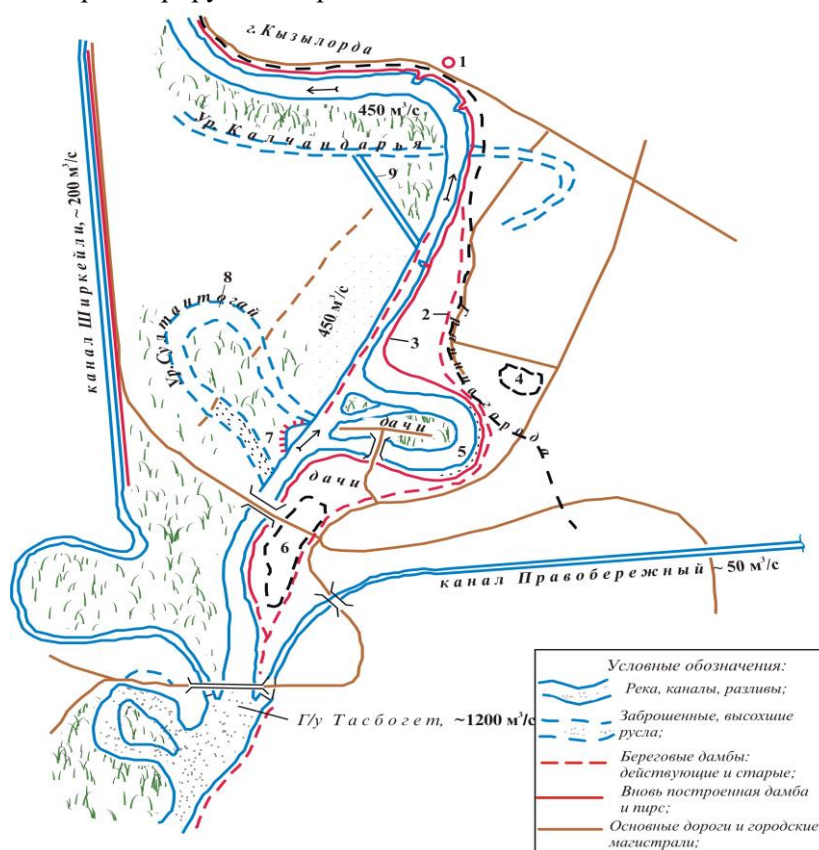


Рис. Схема гидроэкологической обстановки на р. Сырдарья в зиму 2003–2004 гг. в районе г. Кызылорда. Обследовано 20...22 декабря 2003 г. 1 – памятник Коркыт Ата; 2 – старая дамба, вошедшая в черту города; 3 – новая дамба и пирс в зоне оздоровления; 4 – корпуса госуниверситета им. Коркыт Ата; 5 – городской пляж на отсеченной излучине реки; 6 – дендропарк, пересеченный подъездом к новому мосту; 7 – наиболее крупный дейгиш; 8 – старая высохшая излучина реки; 9 – искусственное спрямление.

Таким образом, острота проблемы пропуска искусственных паводков в настоящее время нацелена на район г. Кызылорда, которому реально грозит зимнее затопление со всеми вытекающими отсюда тяжелыми последствиями: эвакуация населения, разрушение зданий, вполне реальная возможность подмыва железнодорожной насыпи и т.п. Вместе с тем, существуют теория русловых процессов и огромный опыт безопасного пропуска зимних паводков на реках Сибири, используя которые можно попытаться избежать упомянутых выше бед. К сожалению, эта теория и опыт известны только узкому кругу гидравликов – русловиков [2, 3, 4, 5].

Зимние наводнения природного характера иногда наблюдается на больших реках Сибири, текущих с Юга на Север. Часто они обусловлены заторами крепкого здесь льда; поэтому на этих реках существует специальная служба сопровождения ледостава и ледохода; в этот период мобилизуется весь местный персонал Гидрометеорологической службы России; дополнительно организуются спецотряды взрывников на вертолетах и самолетах. Иногда для ликвидации уже образовавшихся крупных заторов (если они обнаружены вовремя) привлекаются эскадрильи боевых самолетов и наземная артиллерия. Известное затопление г. Ленска на одноименной реке весной 2002 года, по убеждению специалистов, произошло по причине халатности или отсутствия такой службы сопровождения. Из сказанного выше легко понять, что главная цель такой службы заключается в непрерывном (днем и особенно в ночные морозы) мониторинге процессов ледостава (осенью) и вскрытия реки ото льда (весной) с тем, чтобы не допустить образования больших скопления льда и последующих заторов. Для этого своевременно обнаруженные места скопления подвергаются бомбардировке с воздуха.

В случае г. Кызылорды такой мобильный отряд взрывников может передвигаться на специально оборудованных машинах повышенной проходимости. Кроме того, на потенциально возможных местах скопления льда и шуги (они хорошо известны специалистам облводхоза) можно организовать круглосуточное дежурство обученных наблюдателей. Авиация необходима только для регулярного облета этих мест и для общей рекогносцировки ледовой обстановки на реке. Наличие на борту воздушного судна – разведчика опытного взрывника – бомбометателя только усилит службу сопровождения.

Что касается упомянутой теории, то она в основном сводится к равновесию между двумя важнейшими характеристиками руслового пото-

ка [4, 5, 6]. Это мутность воды – реальное содержание в речной воде твердых частиц (песка, пыли и ила), а также транспортирующая способность – расчетная величина, определяющая способность речного потока переносить твердые частица (взвешенные и влекомые наносы). Если мутность меньше транспортирующей способности, то наблюдается размыв донных отложений, пока речной поток не насытится наносами до своей транспортирующей способности. Такие ситуации обычно складываются летом на перекатах реки, а зимой – вдоль динамической оси руслового потока, покрытого сплошным льдом. Если мутность воды больше транспортирующей способности, то наблюдается заиливание или нарастание донных отложений. Такие ситуации обычны летом на плесах реки, а зимой – на особо глубоких плесах или боковых застойных зонах руслового потока: на отмирающих излучинах, на участках ниже бифуркации (раздвоения) динамической оси руслового потока.

В силу отмеченных выше причин русловые процессы (размывы и заиливания) относятся к саморегулируемым природным явлениям [4]. Река ведет себя как живая, саморазвивающаяся система: вмешательство в жизнь реки без глубокого знания законов или многолетнего опыта наблюдения этой жизни чревато тяжелыми последствиями, о которых говорилось выше. В рассматриваемом случае – пропуска зимних паводков через район г. Кызылорда – река сильно стеснена со стороны города (правый берег) искусственными дамбами; поэтому будут происходить русловые процессы по типу ограниченного меандрирования [3]. При этом меандры (излучины) будут пытаться образоваться на крутом песчаном левом берегу реки (см. рис. между урочищами Султантогай и Калгандарья). Наблюдения показали, что там уже идет интенсивный линейный размыв этого берега. При пропуске расхода более 500 м³/с в ноябре 2003 г. на начальном участке размываемого берега имел место дейгиш (дикий, необузданный размыв берега).

При таком размыве крутого берега в речной поток попадет много песчаного материала, и мутность воды будет увеличиваться скачками, усиливая неустойчивость реки. Возникает вопрос, куда принесет река такое большое количество наносов, и где они будут откладываться: временно складироваться ниже по течению или будут захвачены водосбросом Караузек и отложатся в одноименных озерах. В первом случае возникает проблема уменьшения пропускной способности реки за чертой города, где живое сечение потока будет завалено наносами. Во втором случае безопасность города усиливается. Однако все будет зависеть от характера

процессов ледостава и вскрытия реки. Если они будут происходить плавно без зажоров и заторов, то второй случай становится вполне реальным.

Таким образом, угроза зимнего затопления г. Кызылорда вполне реальна. Это проблема создана искусственно: рукотворны и зимние наводнения на р. Сырдарье и сама река в районе города сильно стеснена построенными дамбами и ошибочно запроектированным пирсом. Однако можно предотвратить катастрофу, если глубоко изучить закономерности русловых процессов в зимних условиях и своевременно организовать специальную службу сопровождения. Что касается конкретных рекомендаций по безопасному пропуску зимних расходов, то это требует специального обсуждения и, по видимому, будет предметом последующей статьи.

Зимние проблемы на реке Сырдарье также затруднены тем обстоятельством, что они не являются проблемами природного характера, а целиком обусловлены конъюнктурой сложившихся в последние годы межгосударственных отношений. В естественных условиях для реки была, характерна глубокая зимняя межень с расходами около $100 \text{ м}^3/\text{с}$; теперь речь идет о пропуске зимних расходов до $750 \text{ м}^3/\text{с}$, при этом придется наблюдать такие явления как шуга и зажоры, ледоход и заторы, которые обычно сопровождают зимние наводнения. О таких явлениях местные специалисты знали только “понаслышке”.

Вместе с тем, если подходить к поставленной проблеме конструктивно, то можно избежать или существенно облегчить упомянутые зимние затруднения, а сами зимние паводки использовать для гидравлического промывки русла реки, в результате чего удастся существенно её углубить и расширить, т.е. в целом увеличить пропускную способность реки. Для этого снова придется напомнить некоторые основы речной гидравлики, в частности, процессы образования шуги, шугохода, зажоров, ледохода, заторов и вскрытия ледового покрова реки.

Как известно, шуга (внутриводный лед или снег) образуется на локальных участках, где резко возрастают местные скорости руслового потока; на горных реках и реках Сибири – это перекаты, а также – гидротехнические сооружения. На реке Сырдарья, в её нижнем течении, перекаты не образуются, поскольку её донные отложения представлены в основном песчаным материалом. Зато много гидротехнических сооружений и стремнин, где русловой поток, стесненный береговыми дамбами или водоворотными зонами (дейгиш, пирс и т.п.), резко сужаются, местные скорости увеличиваются и создаются условия для переохлаждения воды.

Шуга и локальное переохлаждение воды происходит при температурах наружного воздуха ниже 10 °С. Сама по себе шуга и последующий шугоход на реке неопасны; при плавном течении воды мокрый снег быстро всплывает, образуются отдельные льдины, которые накапливаются у берегов и со временем образуют сплошной ледовый покров (ледостав). Однако опасно образование зажоров, намерзание льда к порогу гидротехнических сооружений, к размываемым берегам или стесняющим поток дамбы (особенно оголовку пирса). Достигнув опасных размеров, зажоры (большие льдины) могут оторваться от берега или дамбы (часто вместе с большим куском основания). Чтобы не образовалось больших зажоров и льдин, этот процесс может ускорить опытный взрывник при помощи мелких накладных, наплавных зарядов.

Как видим, ледоставу (образованию сплошного ледового покрова) всегда предшествуют шуга, шугоход и зажоры. Чтобы эти явления протекали без особых опасностей, необходимые плавные течения, скорости должны быть распределены равномерно по ширине реки, а расходы воды должны постепенно увеличиваться. При резком уменьшении расходов воды и спаде уровня воды обнажатся большие участки мелководий, которые быстро промерзнут, а при последующем увеличении расходов сильно уменьшат живое сечение речного потока. Образуются также новые мелководные участки, где создаются условия для новых зажоров и т.п.

После ледостава уровни воды в реке обычно резко повышаются: при неизменном расходе, пропускная способность русла, покрытого льдом, обычно уменьшается почти в два раза. Для Сырдарьи это повышение будет мало заметным, т.к. оно быстро компенсируется начавшимся процессом размыва дна, сложенного мелкозернистым песчаным материалом. Поэтому расходы в реке следует продолжать увеличивать и после ледостава. У нас, в Казахстане, имеется удачный опыт саморазмыва дельты р. Или, состоящей из 3-х крупных проток и многочисленных озёр. Общая длина дельты р. Или более 100 км, суммарная длина промытых и углублённых проток составляет более 500 км. Постепенно увеличивая попуски из Капшагайского водохранилища, в данном случае, удалось увеличить пропускную способность от расходов 250 м³/с до 450 м³/с, т.е. почти в два раза. Аналогичная возможность имеется и в случае р. Сырдарья.

Таким образом, предлагаемые рекомендации сводятся к следующему.

1. Необходимо организовать специальную службу сопровождения зимних паводков, в составе которой должны быть опытные взрывники

(возможно даже батарея миномётчиков). Эта служба должна быть оснащена небольшим самолётом типа Ан-2 для регулярных воздушных разведок, а в случае необходимости и бомбометания. На ключевых участках реки должно быть организовано круглосуточное дежурство специально обученных наблюдателей. В черте города служба может передвигаться на машинах повышенной проходимости.

2. Необходимо обеспечить непрерывные попуски из Шардаринского водохранилища с тем, чтобы избежать спада уровней воды в реке. Рост расходов попуска должно несколько опережать во времени саморазмыв дна и берегов реки. При этом может начаться спад уровней Шардаринского водохранилища и уменьшение запасов воды в нём. Этот спад можно компенсировать за счёт предвесенней сработки объемов воды в Токтогульском водохранилище и выработкой энергии на Нарынском каскаде ГЭС.

3. Нельзя сбрасывать воду в Арнасайскую котловину, так как она будет полностью потеряна для Аральского моря. Происходящие климатические изменения и увеличение стока горных рек, возможно, является следствием включения обратных гидроэкологических связей, обусловленных усыханием моря. Нельзя все время “идти наперекор стихии”.

4. Наконец, для полной гарантии города от полного затопления, необходимо подготовить русла Правобережного (на расход около 30 м³/с) и Левобережного каналов (Ширкейли; на расход более 120 м³/с) с тем, чтобы разгрузить русло реки в районе города и пропускать указанные расходы транзитом мимо города. По Правобережному каналу указанный расход может быть сброшен в Караузекские озёра, где вода может накапливаться зимой, а весной через протоку Караузек снова попадает в русло р. Сырдарья. По каналу Ширкейли указанный расход может быть сброшен с русла Сырдарьи в район пос. Кармакши; для этого должны быть перекрыты все водовыпуски из каналов и подготовлены концевые водосбросы.

Таким образом, при конструктивном подходе зимние наводнения можно пропустить по руслу Сырдарьи, не подвергая город опасности затопления и одновременно обеспечить саморазмыв и увеличение пропускной способности для паводков последующих многоводных лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтунин С.Т. Регулирование русел рек.- М.: Селхозгиз, 1962. – 350 с.
2. Великанов М.А. Движение наносов. М.: Изд. МРФ СССР, 1948.
3. Карасев И.Ф. Руслые процессы при переброске стока. Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 288 с.

4. Караушев А.В. Речная гидравлика.- Л.: Гидрометеоиздат, 1969.- 416с
5. Попов И.В. Загадки речного русла. Ленгидрометиздат, 1977. – 180 с.
6. Чугаев Р.Р. Гидравлика (Техническая механика жидкостей). Ленинэнергоиздат, 1981. – 678 с.
7. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 692 с.

Институт географии

СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНДЕГІ ҚЫСҚЫ ТАСҚЫНДАР МЕН ҚЫЗЫЛОРДА ҚАЛАСЫН ҚОРҒАУ МӘСЕЛЕСІ

Техн. ғылымд. докторы А.А. Тұрсунов

Р.К. Жиенбаева

Ағындының толық реттелуі және мемлекетаралық қатынастардың шиеленісуімен байланысты Сырдария өзенінің төменгі бөлігінде қысқы су тасу үйреншікті құбылысқа айналған. Қаланың ерекше табиғи құбылысқа бейімделуі және Сырдария өзенінің қысқы жағдайдағы өтімділік мүмкіндігі мәселелері талқыланған. Су өтімінің, анжыр мен мұздың қауіпсіз өтімділігін қамтамасыз ету және өзен арнасының өздігінен шайылу процесін жылдамдату есебінен қаланы қысқы қиындықтан сақтандыру, кеуіп бара жатқан Арал теңізіне жіберілетін судың мөлшерін ұлғайту шаралары ұсынылған.

УДК 556.01+504.4.062.2(574)

**ОЦЕНКА БАССЕЙНОВЫХ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ
СИСТЕМ КАЗАХСТАНА ПО КРИТЕРИЯМ
ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ**

Доктор геогр. наук И.М. Мальковский

Л.С. Толеубаева

Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем (ПХС) Казахстана по критериям устойчивости водообеспечения, картограмма водообеспеченности ПХС Казахстана.

Актуальность проблемы устойчивого водообеспечения Казахстана определяется ограниченностью располагаемых водных ресурсов, высокой степенью их загрязнения, неравномерностью распределения по территории, значительной изменчивостью во времени. При этом исходя из приоритета средообразующих функций водных ресурсов проблему водообеспечения страны целесообразно формулировать как проблему водообеспечения целостных природно-хозяйственных систем (ПХС) в границах бассейновых гидрологических циклов [6].

Оценка бассейновых ПХС по критериям водообеспеченности представляется необходимой как принципиальная основа для разработки национальных и региональных программ водосбережения, а также схем территориально-временного перераспределения водных ресурсов в условиях ожидаемого климатически и антропогенно обусловленного сокращения ресурсов речного стока.

В аспекте решения проблем водообеспечения страны на территории республики вычленяются восемь бассейновых природно-хозяйственных систем: Арало-Сырдарьинская, Балхаш-Алакольская, Иртышская, Ишимская, Нура-Сарысуйская, Тобол-Тургайская, Урало-Каспийская, Шу-Таласская [6]. Пять из них представляют бессточные бассейны Каспийского и Аральского морей, озер Балхаш и Тенгиз. Семь ПХС находятся на территории трансграничных бассейнов, где сопредельными с Казахстаном государствами являются Китай, Кыргызстан, Узбекистан, Россия (Рис. 1). При этом в четырех трансграничных бассейнах Казахстан занимает территорию низовьев рек, в двух – среднее течение, в одном – верховья рек. Острота проблем водообеспечения ПХС бессточных бассей-

нов республики в значительной степени определяется наличием на их территории крупных водопотребителей – конечных водоемов, а в ПХС трансграничных бассейнов – ограничениями на водные ресурсы в связи с хозяйственной деятельностью в сопредельных государствах.



Рис. 1. Бассейновые природно-хозяйственные системы Казахстана.

Общепринятыми показателями водообеспеченности государств (регионов) принято считать удельные объемы стока, приходящиеся на единицу территории и одного жителя. В табл. 1 приведена оценка бассейновых ПХС по критерию удельной водообеспеченности на одного жителя и на единицу территории.

Обращают на себя внимание в целом низкие значения показателя, приходящегося на одного жителя, в сравнении с сопредельными государствами (Кыргызстан – 13,9; Узбекистан – 7,9; Россия – 30,8). По критерию удельной водообеспеченности центральные и северные ПХС Казахстана находятся в одном ряду с наиболее дефицитными по воде странами мира (Египет – 1,2, Судан – 1,1, Израиль и Сирия – 0,45).

Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) при оценке мировых ресурсов пресных вод предложен критерий водного стресса, определяемый как доля ежегодно используемых запасов воды в стране на общественные нужды от количества возобновляемых водных ресурсов.

Таблица 1

Удельная водообеспеченность бассейновых ПХС Казахстана

Бассейновые ПХС	Средний многолетний сток, км ³ /год	Площадь тыс. км ²	Население, тыс. чел.	Удельная водообеспеченность	
				тыс. м ³ /чел.	тыс. м ³ /км ²
Арало-Сырдарьинская	17,9	302	2527	7,1	59,3
Балхаш-Алакольская	27,8	386	3010	9,2	72,0
Иртышская	33,5	333	2161	15,5	100,6
Ишимская	2,6	248	1874	1,4	10,5
Нура-Сарысуйская	1,3	288	1268	1,0	4,5
Тобол-Тургайская	2,0	370	1127	1,8	5,4
Урало-Каспийская	11,2	620	1962	5,7	18,1
Шу-Таласская	4,2	168	1024	4,1	25,0
Всего по РК	100,5	2715	1495 3	6,7	37,0

В соответствии с нормативами ВМО выделяются четыре уровня водного стресса [1]:

1. Низкий водный стресс – использование менее 10 % имеющихся запасов воды. В целом хозяйственная деятельность не оказывает негативных воздействий на водные ресурсы.

2. Умеренный водный стресс – использование от 10 до 20 % имеющихся водных ресурсов. Вода становится фактором, ограничивающим развитие. Необходимы меры по сокращению спроса, и требуются инвестиции для улучшения ситуации.

3. Средний-высокий водный стресс – водопользование от 20 до 40 %. Необходимо тщательное управление для обеспечения того, чтобы использование водных ресурсов оставалось устойчивым. Должны быть решены вопросы водосбережения в водоемких отраслях экономики, обращая внимание на обеспечение того, чтобы сток был достаточным для водных экосистем.

4. Высокий водный стресс – использование более 40 % имеющихся ресурсов указывает на положение нехватки, и вода часто используется с интенсивностью, превышающей естественное восполнение. Должны разрабатываться альтернативные источники, например подземные воды и опресненные минерализованные воды. Необходимо срочно обратить внимание на интенсивное управление ресурсами и спросом на них. Такой характер использования, по всей вероятности, не является устойчивым, и нехватка воды становится ограничивающим фактором для экономического роста.

В табл. 2 приведена оценка бассейновых ПХС Казахстана по критерию водного стресса. По нормативам ВМО 5 природно-хозяйственных систем республики попадают в эту категорию высокого водного стресса, 2 – средне-высокого и 1 ПХС – умеренного водного стресса. Очевидно, предложенная ВМО градация не вполне отвечает условиям Казахстана и требует доработки и привязки к местным условиям, в частности учета специфики водопользования в бессточных и трансграничных бассейнах.

Таблица 2

Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана по критерию водного стресса

Бассейновые ПХС	Ресурсы стока, км ³ /год	Хозяйственная водопотребность, км ³ /год	Водный стресс	Уровень водного стресса
Арало-Сырдарьинская	17,9	10,8	0,60	4
Балхаш-Алакольская	27,8	6,9	0,25	3
Иртышская	33,5	7,8	0,23	3
Ишимская	2,6	1,6	0,62	4
Нура-Сарысуйская	1,3	1,3	1,00	4
Тобол-Тургайская	2,0	0,9	0,45	4
Урало-Каспийская	11,2	2,1	0,19	2
Шу-Таласская	4,2	4,1	0,98	4
Всего по РК	100,5	35,5	0,35	3

Как показано в работах [5, 7] бассейновым системам водообеспечения присуще фундаментальное свойство неопределенности, обусловленное вероятностным характером гидрометеорологических явлений и изменчивостью во времени требований к используемому водоисточнику. Для учета указанного свойства в системах водообеспечения используется двухпараметрический критерий устойчивости, описываемый надежностью (P) и уязвимостью (U). Надежность характеризует вероятность безотказного водообеспечения ПХС (по числу бесперебойных лет), уязвимость – экстремальные значения отказов (максимальную величину относительного дефицита водных ресурсов в ПХС в периоды критического маловодья).

Интегральным показателем устойчивости водообеспечения ПХС может стать критерий риска (R), определяемый как относительное значение математического ожидания дефицитов водных ресурсов в ПХС:

$$R = \frac{1}{Q} \int_P^1 D(p) dp = \frac{1}{Q} M(D), \quad (1)$$

где D – дефицит ресурсов речного стока, км³/год; Q – суммарный спрос ПХС на гарантированную водоподачу, км³/год; P – надежность водообеспечения ПХС; $M(D)$ – математическое ожидание дефицитов воды в ПХС.

Основой для определения критериев устойчивости водообеспечения служит обобщенная водохозяйственная характеристика, представляющая собой функцию распределения вероятностей годовых объемов располагаемых ресурсов речного стока в ПХС (рис. 2). Методам построения данных характеристик, основанным на графо-аналитических приемах, численном решении интегральных уравнений и динамико-стохастическом моделировании, посвящена обширная литература [2, 3, 4].

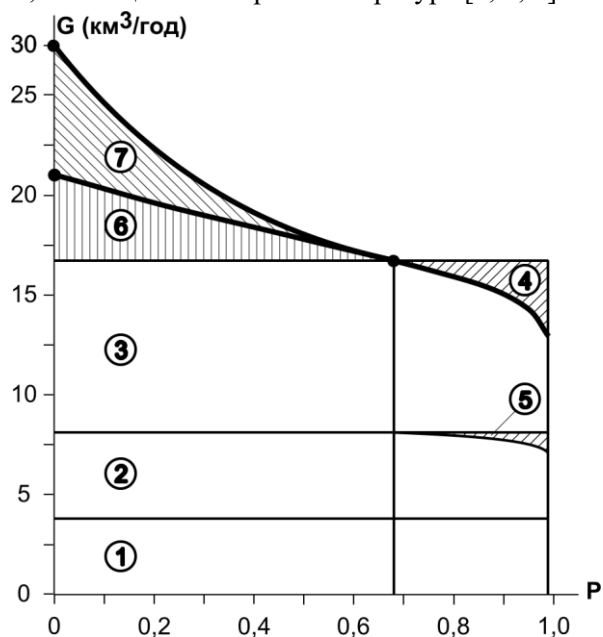


Рис. 2. Обобщенная водохозяйственная характеристика Арало-Сырдарьинской ПХС: 1 – непроизводительные потери в русле и водохранилище и регулярный сброс в Арнасай; 2 – гарантированный приток в дельту и море; 3 – хозяйственное водопотребление; 4 – суммарный дефицит водных ресурсов ПХС; 5 – дефицит водных ресурсов для дельты и моря; 6 – незарегулированный приток в дельту и море; 7 – незарегулированные сбросы в Арнасай.

На рис. 2 приведена обобщенная водохозяйственная характеристика Арало-Сырдарьинской ПХС, полученная на основе обработки фактических данных за последнее десятилетие. Располагаемые водные ресурсы данной ПХС (G) слагаются из зарегулированного стока Сырдарьи в створе Шарда-

ринского водохранилища, боковой приточности реки Арысь и возвратного стока в реку коллекторно-дренажных вод. При средней величине ресурсов речного стока в ПХС за десятилетие $20,3 \text{ км}^3/\text{год}$ суммарный спрос на гарантированную водоподачу (Q) составил $16,7 \text{ км}^3/\text{год}$, включая непроизводительные потери стока ($3,7 \text{ км}^3/\text{год}$), приток в дельту Сырдарьи и Аральское море ($4,4 \text{ км}^3/\text{год}$), хозяйственное водопотребление ($8,6 \text{ км}^3/\text{год}$). В периоды критического маловодья суммарный дефицит водных ресурсов в ПХС достигал $3,8 \text{ км}^3/\text{год}$, в том числе дефицит в дельте и море – $0,9 \text{ км}^3/\text{год}$. Незарегулированный сток в ПХС частично сбрасывался в систему Арнасайских озер (в объеме до $9 \text{ км}^3/\text{год}$) и частично поступал в дельту и море (в объеме до $4,3 \text{ км}^3/\text{год}$). Надежность водообеспечения ПХС по числу бесперебойных лет (P) составила $0,68$, уязвимость в долях суммарного водопотребления $U = 0,25$, степень риска водообеспечения ПХС $R = 0,04$.

Изложенный методический подход использован для оценки устойчивости всех бассейновых природно-хозяйственных систем республики по критериям надежности, уязвимости и риска (рис. 3). На картограмме выделены 4 ПХС с умеренным риском водообеспечения ($R < 0,1$), одна ПХС – со средневысоким риском ($0,1 \leq R \leq 0,2$) и три ПХС с высоким риском ($R > 0,2$). В категорию умеренного риска попали ПХС с глубокой зарегулированностью речного стока крупными водохранилищами: Бухтарминским, Капшагайским, Токтогульским, Тащуткульским. Высокий риск водообеспечения ПХС центрального и северного Казахстана обусловлен значительной межгодовой изменчивостью стока местных рек, имеющих так называемый «казахстанский тип питания».

В настоящее время в Казахстане нет общегосударственных норм, регламентирующих назначение нормативов надежности, уязвимости и риска водообеспечения природно-хозяйственных систем различной структуры. На практике указанные нормативы назначаются на основании общих соображений о значимости того или иного вида водопользования в ПХС. К категории водопользователей, требующих практически бесперебойной водоподачи, в частности, рекомендовано отнести компоненты, выполняющие средообразующие и жизнеобеспечивающие функции в природно-хозяйственных системах. Для производственных компонентов ПХС, в принципе, степень риска водообеспечения должна в каждом конкретном случае определяться на основании сопоставления ущербов от перебоев с затратами на сокращения их повторяемости и глубины. Надежность водо-

обеспечения обычно принимается: для ирригации в диапазоне 0,75...0,90, для энергетики порядка 0,95, для водного транспорта 0,75...0,95 [8].



Рис. 3. Оценка бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана по критериям устойчивости водообеспечения.

Однако методические подходы обоснования нормативов риска водообеспечения производственных компонентов в составе природно-хозяйственных систем в настоящее время еще не выработаны и решения принимаются в каждом отдельном случае в значительной мере произвольно. Таким образом, вопрос о нормативах риска водообеспечения природно-хозяйственных систем – одного из ключевых звеньев современной методологии управления водными ресурсами – требует специального исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вода всего мира: достаточно ли ее? – ВМО ЮНЕСКО. 1997 г. – 22 с.
2. Воропаев Г.В., Исмайылов Г.Х., Федоров В.М. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР. – М.: Наука, 1984. – 312 с.
3. Киктенко В.А., Баишев Б.Б. Аналитический метод расчета регулирования речного стока. – Алма-Ата: «Наука КазССР», 1980. – 200 с.
4. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. – Л: Гидрометеиздат, 1952. – С. 83-177.

5. Мальковский И.М. Критерии риска в задачах водообеспечения природно-хозяйственных систем // Мат. международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы, 2001. – С. 119-122.
6. Мальковский И.М., Сорокина Т.Е., Толеубаева Л.С. Проблемы устойчивого водообеспечения в Казахстане // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 2001. – № 2. – С. 30-35.
7. Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Геоэкологические критерии устойчивости систем водообеспечения // Доклады к международной научно-практической конференции «Современные проблемы гидроэкологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии». – Алматы, 2003. – С. 214-219.
8. Раткович Д.Я. Гидрологические основы водообеспечения. – М.: Наука, 1993. – С. 162-173.

Институт географии

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ АЛАПТЫ ТАБИҒИ-ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН
СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ БЕЛГІЛЕРІ БОЙЫНША БАҒАЛАУ**

Геогр. ғылымд. докторы И.М. Мальковский
Л.С. Толеубаева

*Сумен қамтамасыз ету белгілерімен Қазақстан ТШЖ
алапты бағалау, Қазақстанның ТШЖ сумен қамтамасыз ету
картограммасы.*

УДК 556.535.6

**ОЦЕНКА ТВЕРДОГО СТОКА РЕК СЕВЕРНОГО СКЛОНА
ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ В МЕЖСЕЛЕВЫЕ ПЕРИОДЫ**

Э.А. Турсунов

Произведена оценка твердого стока рек с использованием связи аллювиальных значений расходов наносов от расходов воды.

Реки северного склона Заилийского Алатау характеризуются большой изменчивостью твердого стока. На характер режима наносов оказывают влияние многочисленные факторы, каждый из которых, в свою очередь, также имеет различные значения в различные периоды времени. «Если на режим жидкого стока большое влияние оказывают интенсивность таяния ледников, различие горных пород и почвенно-растительного покрова, перераспределяющих поверхностный и подземный сток, а также атмосферные осадки с их неравномерным распределением, как во времени, так и по территории, то на режим наносов оказывают влияние ещё и денудационные и гравитационные процессы, интенсивно происходящие в горных областях».[5] Все это говорит о сложности и многокомпонентности стока наносов на рассматриваемой территории.

Расход взвешенных наносов в большой степени зависит от водности рек. Поэтому, на реках Заилийского Алатау максимальные значения твердого стока также наблюдаются в летние месяцы и совпадают с периодом интенсивного таяния ледников. При этом максимальные расходы взвешенных наносов на реках рассматриваемого региона приходятся на период таяния снега в среднегорной части бассейнов и, следовательно, наблюдаются в апреле, мае месяцах. В период зимней межени сток наносов незначительный. Принято считать, что меженный сток наносов в холодный период составляет 5% от всего годового стока [2].

Основным показателем твердого стока реки является норма годового стока взвешенных наносов. Получение нормы твердого стока, близкой к истинной, возможно при наличии длительного периода наблюдений, охватывающего как многоводные, так и маловодные годы. К сожалению, пунктов с достаточно длинными рядами наблюдений, необходимыми для де-

тального исследования закономерностей формирования твердого стока рек на рассматриваемой территории, явно недостаточно. Достаточно длинные ряды наблюдений за твердым стоком имеются для р. Каскелен, р. Талгар и р. Тургенъ. На реках Большая и Малая Алматинки заслуживают внимания пункты наблюдений, которые находятся на выходе этих рек с гор на равнинную территорию. Сток наносов на этих пунктах показывает общий результат эрозионной деятельности горной части речных бассейнов.

Наблюдения, производимые на малых реках северного склона Заилийского Алатау, отличаются короткими периодами наблюдений. Для р. Кумбель, р. Проходная и р. Тересбутак (Казачка) период наблюдений охватывает всего 6 лет, с 1959 по 1964 год. Эти реки являются боковыми притоками р. Б. Алматинка. На боковых притоках р. М. Алматинка наблюдения велись только на р. Комиссаровка (в период с 1934 по 1956 годы) и на р. Казашка (в 1955 и 1956 годах). Следует отметить очень незначительные значения расходов наносов, наблюдаемых на этих пунктах. Так на р. Комиссаровка норма годового стока за 12 лет наблюдений составила всего 0,008 кг/с. Для р. Кумбель норма годового стока составила 0,024 кг/с, для р. Проходная норма составила 0,15 кг/с, а для р. Тересбутак 0,059 кг/с.

Попробуем подсчитать баланс твердого стока для участка р. Б. Алматинка между гидростворами, расположенными в 2 км выше устья р. Проходной и 2 км ниже устья р. Тересбутак. Среднегодовое количество наносов, проходящее через створ 2 км выше устья р. Проходной составляет 12 тыс. т, а через створ 2 км ниже устья р. Тересбутак - 38 тыс. т. Река Проходная приносит в русло р. Большая Алматинка 4,7 тыс. т, а р. Тересбутак - 1,7 тыс. т. Следует отметить, что на рассматриваемом участке площадь водосбора непосредственно р. Б. Алматинка, составляет всего 12 км². Площадь водосборов рек Проходная и Тересбутак составляют в совокупности 113 км². Площадь водосборов р. Б. Алматинка (для створа 2 км выше устья р. Проходной) равна 155 км², а в створе 2 км ниже устья р. Тересбутак - 280 км². Таким образом, получается, что на участок русла р. Б. Алматинка, расположенный между двумя этими створами поступает 18,5 тыс. т наносов. Следовательно, получается, что почти 20 тыс. т поступают в русло реки с площади 12 км². Объяснить это можно только наличием почти ежегодных селевых явлений в селевом очаге Кок-чека.

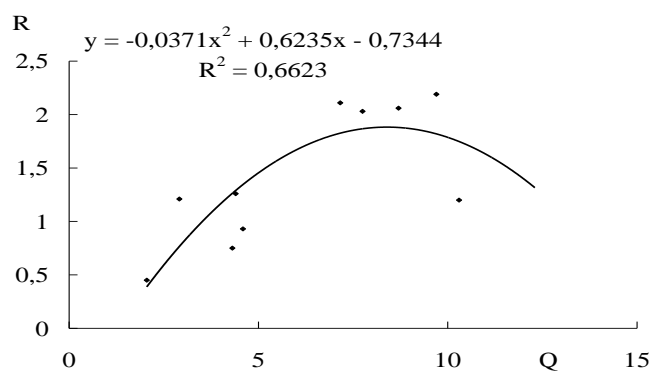
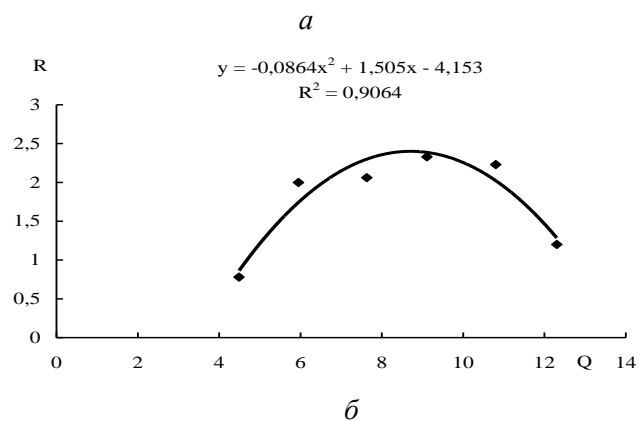
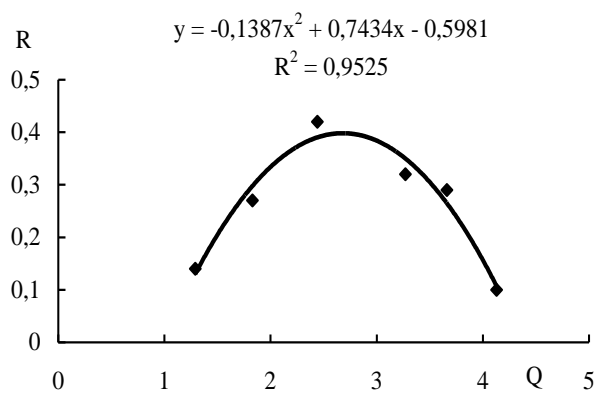
Однако, в работе [3] нами были получены значения среднемноголетних объемов наносов, найденных с использованием сглаженных хронологических графиков твердого стока.

Для створа р. Б. Алматинка – 2 км ниже устья р. Тересбутак среднемноголетний объем аллювиального стока, определенный с использованием сглаженного хронологического графика твердого стока, составил 17,3 тыс. т. Анализ данных по стоку наносов рек Проходная и Тересбутак показал, что в период наблюдений на этих реках селевых явлений зафиксировано не было. Следовательно, значения объемов твердого стока для этих рек также соответствуют аллювиальному стоку наносов. В таком случае имеем, что на участок реки между рассматриваемыми створами поступает 18,5 тыс. т наносов, а выносится 17,3 тыс. т. Расхождение между этими двумя величинами составляет всего 6 %, что значительно ниже инструментальной погрешности измерений.

К сожалению, из-за недостатка информации не представляется возможным произвести аналогичные вычисления баланса наносов по длине для остальных рек рассматриваемого региона. Однако, данный пример подтверждает справедливость характеристик твердого стока, полученных на основании расчленения хронологических графиков.

Рассматривая хронологические графики аллювиального стока, видим, что аллювиальный сток рек северного склона Заилийского Алатау подчиняется сходным закономерностям (рис.). Наименьшие значения аллювиального стока приходятся на холодные месяцы года. В марте-апреле начинается увеличение твердого стока. Максимальные значения приходятся, как правило, на июль, который является климатически самым жарким месяцем года. В сентябре наблюдается спад значений твердого стока. Таким образом, ход аллювиального стока в течение года аналогичен ходу жидкого стока за этот же период.

Выделение аллювиального стока позволяет рассмотреть зависимости аллювиальных расходов наносов от расходов воды, которые отличаются от аналогичных зависимостей, построенных по значениям, в которые, наряду с аллювиальным стоком, входит и селевой сток. Для этих целей по оси абсцисс откладываем среднемноголетние значения расходов воды, а по оси ординат – соответствующие им значения расходов наносов (рис.). Графики строились по данным, полученным на гидропостах рек за теплый период, в течение которого наблюдается как максимальный жидкий, так и максимальные твердые стоки.



в

Рис. Зависимости аллювиального стока наносов (R) от расходов воды (Q). а – р. Малая Алматинка–Сарысай; б – Р. Большая Алматинка – Тересбутак; в – Р. Каскелен – г. Каскелен.

Значения зимней межени не наносились из-за малых значений как расходов воды, так и расходов наносов в холодный период. Гидропосты, данные, по которым использовались, располагаются на выходе рек с гор на равнинную территорию. Следовательно, зависимости расходов наносов от расходов воды, представленные на графиках (рис.), отображают характер зависимости расходов наносов от расходов воды для горных территорий.

Связи расходов наносов от расходов воды представляем в виде полиномиальных кривых [1]:

$$R = AQ^2 + BQ + C$$

где R – расход наносов; Q – расход воды; A, B, C – коэффициенты.

Нетрудно видеть однотипный характер зависимостей, получаемых для основных рек северного склона Заилийского Алатау. Для всех рек в теплый период вслед за увеличением расходов воды происходит возрастание расходов наносов. При дальнейшем увеличении жидкого стока расходы наносов уменьшаются. Таким образом, в точке перегиба кривых можно определить тот расход наносов аллювиального происхождения, который будет характеризовать среднемноголетнюю максимально возможную склоновую эрозию для данного бассейна. В данном случае мы пренебрегаем русловой эрозией, считая, что русла рек находятся в относительно устойчивом состоянии.

В таблице представлены значения среднемноголетних наибольших аллювиальных расходов наносов для основных водосборов рек северного склона Заилийского Алатау, определенных по полученным графикам (рис.), и соответствующие им расходы воды. При дальнейшем увеличении жидкого стока расходы наносов, согласно этим графикам, убывают. Таким образом, можно сделать вывод о том, что аллювиальный сток рек северного склона Заилийского Алатау подчиняется закономерностям, которые являются характерными и для равнинных рек. Согласно этим закономерностям на большинстве равнинных рек в период весеннего половодья с увеличением жидкого стока происходит увеличение и твердого стока. При дальнейшем увеличении жидкого стока наступает период, когда расход твердых наносов уменьшается. Это объясняется тем, что основное количество твердого материала, поступающего в русла рек, формируется на склонах речных долин. В определенный момент запасы продуктов выветривания на водосборе уменьшаются и, следовательно, уменьшается и количество твердого материала поступающего в русла рек. В то же время

расходы воды в реках продолжают расти. Размывающая же способность равнинных речных потоков не настолько велика, чтобы скомпенсировать уменьшение поступления наносов в речную сеть с поверхности бассейна. В результате максимум расходов наносов у равнинных рек наступает раньше, чем наступает максимум жидкого стока.

Таблица

Нормы наибольших аллювиальных расходов наносов для основных водосборов рек северного склона Заилийского Алатау

Река – пункт	Расход воды, м ³ /с	Расход наносов, кг/с
М. Алматинка – г. Алматы	4,6	1,01
Б. Алматинка – 2 км ниже устья р. Тересбутак	8,7	2,4
Талгар – г. Талгар	25	17,96
Тургень – п. Таутургень	13,4	3,25
Каскелен – г. Каскелен	8,4	1,88

В рассматриваемом районе северного склона Заилийского Алатау наблюдается аналогичная картина. Отличие заключается в том, что размывающая способность горных потоков при увеличении расходов воды в реках остается высокой. Однако, следует отметить, что транспортирующая способность горных рек является высокой в течение всего года и, как следствие, их русла сложены из самоотмостки, состоящей, как правило, из валунно-глыбового материала, размыв которой происходит только в результате крупных паводков или при сходе селевого потока. При так называемом бытовом режиме рек их русла остаются практически неподвижными и не способны скомпенсировать недостачу поступления наносов со склонов речных долин в русла.

Таким образом, как на горных, так и на равнинных реках количество рыхлообломочного материала, переносимое водными потоками, напрямую зависит от скорости эрозионных процессов на их водосборах. Отсюда и аналогичный характер распределения внутригодового твердого стока равнинных рек и внутригодового распределения аллювиального стока горных рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. Сток взвешенных наносов как ключевой элемент устойчивости речных экосистем // Гидрометеорология и экология. – 2003. - № 3. – С. 45 – 53.

2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.13. Центральный и южный Казахстан. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 644 с.
3. Турсунов Э.А. Некоторые особенности твердого стока рек северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2002. – № 3. – С. 78 – 84.
4. Хмаладзе Г.Н. Выносы наносов реками Черноморского побережья Кавказа – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 167 с.
5. Шульц В.Л. Реки Средней Азии – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 691 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

**ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ СОЛТҮСТІК БЕТКЕЙІНДЕГІ ӨЗЕНДЕРДІҢ
СЕЛАРАЛЫҚ КЕЗЕҢДЕГІ ҚАТТЫ ЗАТТЕКТІ АҒЫНДЫЛАРЫН
БАҒАЛАУ**

Е.А. Тұрсынов

Тасындылар өтімінің аллювилі мәндерін су өтімімен байланыста қарастыру арқылы өзендердің қатты заттекті ағындыларына баға берілген.

УДК 551.482(574)

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ РЕЧНОЙ СЕТИ
КАЗАХСТАНА**

М.Т. Нарбаев

Канд. техн. наук

Ж.К. Касымбеков

Канд. техн. наук

Т.И. Нарбаев

В статье предлагается способ определения категории рек по обобщенному коэффициенту, учитывающему среднемноголетний расход, площадь водосбора, длину и среднюю глубину реки.

Переход сельскохозяйственных водопотребителей в новые формы хозяйствования (производственные кооперативы, фермерские хозяйства и т.д.) коренным образом повлияло на условия водопользования. Ранее существовавшая громоздкая система водораспределения на базе больших рек и водохранилищ в настоящее время не всегда экономически и технологически оправдана.

Как показывает мировой опыт, в указанных случаях более целесообразно широкое использование водных ресурсов малых рек и водотоков. Однако до настоящего времени не установлено, что же следует понимать под термином «малые реки»? В технической литературе рекой принято считать образовавшийся изначально естественным путем постоянно действующий водоток, функционирующий круглый год.

Поскольку в разных ландшафтных зонах размеры временно пересыхающих, перемерзающих водотоков резко отличаются друг от друга, то различными будут и размеры реки, которую принято считать малой. Разница может составлять десятки километров. Например, для Армении и Эстонии река длиной в 90...100 км вряд ли должна считаться малой, а в центральных и северных районах Якутии или Красноярского края малой можно считать реку длиной в 200...250 км [1].

В последние годы чаще всего применяется два количественных критерия для классификации рек на малые, средние и большие, длина реки и площадь водосбора. В Государственном стандарте 1979...73 (Гидрология суши, термины и определения, 1978) и в энциклопедическом словаре географических терминов (1968) в качестве количественного критерия приня-

та площадь водосбора. По этим классификациям к малым рекам относятся реки с водосбором не более 2000 км². В многотомном издании материалов по водным ресурсам (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1973) к малым отнесены реки имеющие длину не более 100 км, независимо от площади их бассейнов [1, 2, 3, 4].

Впервые в Казахстане более детально классификация рек по длине было разработано Ф.В. Шкаликовым. [5]. Речную сеть республики он разделил на 10 гидрографических бассейнов, распределив количество рек по интервалам длины и их суммарной протяженности. При этом к малым рекам отнесены, имеющие длину менее 50 км (табл. 1).

Таблица 1.

Сводная ведомость длин речной сети Казахстана

Интервалы длины рек, км	Количество рек	В процентах, %	Общая длина, км	В процентах, %
до 10	829	11,0	7440	3,6
11...20	4061	53,8	58196	28,2
21...50	2017	26,6	61064	29,6
51...100	433	5,8	29471	14,6
101...200	138	1,8	18794	9,0
>200	79	1,0	31644	15,3
Всего	7557	100	206610	100

В работе Сахариева С.С. приводится общая характеристика рек Казахстана [4].

Как видно в табл. 2 по среднемноголетнему расходу реки республики разделены на 6 градаций. При этом не указываются, какие градации соответствуют малым, средним и большим рекам. Аналогичная ситуация наблюдается при делении рек по протяженности.

Проведенный анализ литературных источников показывает, что категории рек в основном определялись по одному из количественных критериев, которые отмечены выше, что является крайне недостаточным для оценки категории рек. Для полноценной оценки категории рек, на наш взгляд необходимо принять три количественных критерия из ниже перечисленных, это среднемноголетний расход, площадь водосбора, длина реки и средняя глубина реки. Где средний многолетний расход является главной гидрологической характеристикой любой реки, поэтому он должен быть определяющим количественным критерием при установлении категории рек. Другой важной гидрологической характеристикой речной сети считается площадь водосбора, так как между средним многолетним

расходом и площадью водосбора существует функциональная зависимость. Не менее важными гидрологическими характеристиками являются длина и средняя глубина реки.

Таблица 2.

Общая характеристика рек Казахстана

Характеристика	Количество рек
Протяженность, км ≥ 1000	4
≥ 100	155
Среднемноголетний расход Q_0 , м ³ /с $Q_0 \geq 500$	2
$Q_0 = 200...500$	3
$Q_0 = 100...200$	1
$Q_0 = 50...100$	7
$Q_0 = 10...50$	40
$Q_0 \leq 10$	Все остальные

Установив пределы критериев, представляем классификацию рек в табличной форме (Табл. 3).

Таблица 3.

Классификация речной сети Казахстана

Категория реки	Критерии служащие для определения категории рек			
	норма годового стока Q_0 , м ³ /с	площадь водосбора F , км ²	длина реки L , км	средняя глубина реки h_{CP} , м
Малые	< 10	< 2000	10...100	< 0,5
Средние	10...50	500...10000	100...500	0,5...1,0
Большие	> 50	> 5000	> 200	1,0...3,0

Проведя дальнейший анализ перечисленных критериев рек и, увязав их в эмпирическую зависимость, получаем обобщенный коэффициент:

$$K = \frac{Q_0 \cdot T}{F \cdot h_{cp}},$$

где K – обобщенный коэффициент характеризующий категорию рек исследуемого района; Q_0 – норма годового стока, м³/с; T – число секунд за год, $T = 31,56 \cdot 10^6$; F – площадь водосбора, км²; h_{CP} – средняя глубина реки, м.

По предлагаемой классификации, с учетом обобщенного исследованию подверглись большие и средние реки республики. Но более подробно были рассмотрены реки Шу-Талас-Ассинского воднохозяйственного района.

Соответственно, реки исследуемого района можно характеризовать по значениям коэффициента в следующих пределах:

для малых рек $K = 0,2...3,0$

для средних рек $K = 0,1...1,5$

для больших рек $K < 0,1$

В результате исследований к большим рекам следует отнести реки Сыр–Дарья, Иртыш, Урал, Или, Шу и т.д. К категории средних рек относятся около 40 рек, что подтверждается результатами работ С.С. Сахариева [4].

Что же касается малых рек, то в исследуемом районе (в пределах Жамбылской области) всего насчитывается 183 реки, из них одна река Шу ($Q_0 = 74,7 \text{ м}^3/\text{с}$, $F = 9370 \text{ км}^2$, $L = 970 \text{ км}$, $K = 0,084$, $h_{CP} \approx 1,2 \text{ м}$) принадлежит категории больших рек, две реки: Талас ($Q_0 = 31,9 \text{ м}^3/\text{с}$, $F = 7940 \text{ км}^2$, $L = 322 \text{ км}$, $K = 0,253$, $h_{CP} \approx 0,5 \text{ м}$), и Асса ($Q_0 = 10 \text{ м}^3/\text{с}$, $F = 2850 \text{ км}^2$, $L = 243 \text{ км}$, $K = 0,221$, $h_{CP} \approx 0,5 \text{ м}$) относятся к средним рекам. Соответственно, остальные реки принадлежат к категории малых рек. При этом р. Курагаты принята к данной категории по двум критериям (среднегодовому расходу $Q_0 = 2,36 \text{ м}^3/\text{с}$ и $h_{CP} \approx 0,2 \text{ м}$).

Предлагаемый нами метод классификации речной сети по обобщенному коэффициенту, учитывающий такие критерии водного субъекта как среднегодовой расход, площадь водосбора, длину и среднюю глубину реки, обеспечивает полноту оценки категории рек и уточняет методику их классификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вендров С.Л. Жизнь наших рек – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 210 с.
2. Вендров С.Л., Коронкеевич Н.И., Субботин А.И. Проблемы малых рек // Вопросы географии, сборник 118 «Малые реки» М.: Мысль, 1981. – 270 с.
3. Владимирова А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т. и др. Охрана окружающей среды. Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 595 с.
4. Сахариев С.С. Проблемы рационального использования водных ресурсов Казахстана – Алма-Ата, 1989. – 47 с.
5. Шкаликов Ф.В. Речная сеть Казахстана. // Труды КазНИГМИ, Вып II. – 1959. – С. 3–9.

ДГП НИИВХ Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

**ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ӨЗЕНДЕР ЖҮЙЕЛЕРІН ТОПТАСТЫРУДЫ
ЖЕТІЛДІРУ**

М.Т. Нарбаев

Техн. ғылымд. канд. Ж.К. Касымбе-
ков

Техн. ғылымд. канд. Т.И. Нарбаев

Өзендердің категориясын, олардың жылдық ағынының нормасын, су жинағыш ауданын, ұзындығын және орта тереңдігін ескеретін жинақтау коэффициентімен анықтау ұсынылған.

УДК 551.324.6.551. 583

СОВРЕМЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ОЛЕДЕНЕНИЯ ГОР ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Доктор геогр. наук И.В. Северский
 Т.Г. Токмагамбетов

На основе анализа данных унифицированных каталогов ледников, составленных на разные годы по материалам аэрофотосъемки, рассмотрены закономерности территориально-временных изменений оледенения Заилийско-Кунгейской и Джунгарской ледниковых систем.

Результаты исследований, выполненных для различных горных районов Центральной Азии, не оставляют сомнений в том, что оледенение региона во второй половине прошлого века находилось в стадии деградации. При этом, интенсивность сокращения площади ледников Памира, Западного, Центрального и Северного Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау была примерно одинаковой, составляя около 0,8% в год [3, 5, 6, 14...18, 21, 22].

В условиях Центральной Азии проблема оценки современных и прогнозных изменений оледенения имеет принципиальное значение по двум причинам. Во-первых, ледники являются яркими индикаторами реакции природной среды на изменения климата: повышения средней годовой температуры с интенсивностью менее 1 °С за столетие оказалось достаточно, чтобы оледенение гор юго-восточного Казахстана сократилось более чем на треть.

Не менее важно оценить, как современная деградация оледенения скажется на характеристиках стока. Для Центральной Азии это одна из наиболее приоритетных задач, если учесть, что, согласно прогнозным оценкам, вследствие глобального потепления водные ресурсы бассейнов главных рек Средней Азии и Казахстана, в том числе Амударьи, Сырдарьи, Ишима, Тобола, уже в ближайшие десятилетия могут сократиться на 20...50 и более % [13, 20].

Динамике оледенения гор юго-восточного Казахстана посвящено немало публикаций (работы Н.Н. Пальгова, К.Г. Макаревича, П.А Черкасова, Г.А. Токмагамбетова и др.). Обстоятельно этот вопрос рассмотрен в

недавних обобщениях казахстанских гляциологов [3, 4, 15...19]. Хорошей иллюстрацией климатически обусловленных изменений условий существования оледенения региона является эволюция ледника Туюксу на северном склоне Заилийского Алатау, где с 1957...58 гг. проводятся специальные круглогодичные наблюдения. На основе результатов этих наблюдений, удалось реконструировать характеристики баланса массы ледника за период до начала инструментальных наблюдений, до 1878/79гг. Таким образом, к настоящему времени имеются данные о размерах и характеристиках баланса массы ледника Туюксу за период продолжительностью более 120 лет – с 1878/79 по 2000/2001гг.[3]. Анализ этих данных убедительно показал, что на протяжении всего этого периода ледник почти непрерывно сокращался, особенно интенсивно в последние три десятилетия. Несмотря на то, что в 59 из 122 лет баланс массы ледника был положительным, средняя величина отрицательного баланса по модулю, была почти вдвое больше соответствующей величины положительного баланса и ледник находился в состоянии устойчивой деградации. За период с 1879 по 1990гг. его площадь уменьшилась почти на 0,8 км², ледник отступил более чем на 1 км и потерял около 37 % своей массы [3, 4]. Лишь 7 лет из 122 – 1887, 1898, 1901, 1907, 1912, 1963 и 1964 гг.– были благоприятными для ледника, когда величина баланса массы была выше минимального критического предела (+41 г/см² [9]), необходимого для сохранения стационарного состояния площади языка ледника. Наименее же благоприятными для ледника были 1977/78, 1983/84, 1990/91 и 1996/97гг., когда отрицательный баланс превысил величину – 100 г/см², что почти в 2,5 раза больше средней [3, 4].

Для понимания общей картины происходящих изменений и перспектив развития ситуации с водообеспечением в странах Центральной Азии важно исследовать динамику снежно-ледовых ресурсов – главной составляющей возобновляемых водных ресурсов региона. Как показали исследования, средние максимальные запасы воды в снежном покрове – главная компонента снежных ресурсов – в течение последних десятилетий в горах региона практически не изменились [2, 10, 14]. Что касается ледовых ресурсов, то в настоящее время появилась возможность более надежно оценить их климатически обусловленную динамику на основе данных унифицированного каталога ледников, составленного по материалам аэрофотосъемки на разные годы для Заилийско-Кунгейской (Северный Тянь-Шань) и Джунгарской ледниковых систем [15...19].

Основой для создания первого каталога ледников Казахстана послужили топографические карты М 1:100 000 и фотопланы ледников, созданные по материалам аэрофотосъемки 1955...1956 гг. Именно содержание первого каталога ледников может служить реальной базой для мониторинга динамики оледенения в последующий период.

В начале 80-х годов прошлого века были опубликованы государственные топографические карты М 1: 25 000 для всей территории СССР, включая казахстанскую часть бассейна р. Или. На базе этих карт по материалам аэрофотосъемки 1973...1975 гг. П.А. Черкасов создал каталог ледников северного склона Заилийского Алатау, бассейна реки Шелек, а также южного склона Кунгей Алатау и бассейна р. Чон-Кемин, примыкающих к территории бассейна р. Или с юга. Кроме того, на основе карт масштаба 1:25 000 П.А. Черкасовым были составлены каталоги ледников северного склона Заилийского Алатау по материалам аэрофотосъемок 1979 и 1990 гг. и Джунгарского Алатау по данным аэрофотосъемки 1970...1972 гг. [17, 19]. При этом обработка аэрофотоснимков и составление планов ледников в М 1:25 000 была выполнена с помощью универсального стереофотограмметрического прибора «Стереопроектор Романовского». Это позволило получить надежную информацию о морфометрических характеристиках каждого ледника названных гляциальных систем.

По содержанию упомянутые каталоги аналогичны первому каталогу ледников и представляют собой хорошую основу для сравнительных оценок. Следует, однако, иметь в виду, что сравнение их данных не вполне отражает реальную динамику современного оледенения, поскольку первый каталог ледников был составлен на основе карт М 1: 100 000. Технические возможности не позволили отразить в этом масштабе ледники площадью менее чем 0,1 км². Кроме того, при последующем анализе соответствия содержания первого каталога ледников реальной действительности было выявлено, что в каталоге нет сведений о ряде ледников площадью более 0,1 км², поскольку они не были показаны на картах масштаба 1:100 000. Особенно это характерно для Заилийско - Кунгейской ледниковой системы [17, 19]. Существенно более надежно в первом каталоге представлены характеристики оледенения Джунгарского Алатау, где площадь открытой части ледников была определена по их контурам в масштабе 1:25 000, полученным путем трансформирования аэроснимков с помощью фототрансформатора по методике П.А. Черкасова [15...17].

Независимые определения морфометрических характеристик ледников северного склона Заилийского Алатау и бассейна реки Шелек были выполнены Е.Н. Вилесовым и В.Н. Уваровым на базе аэрофотоснимков 1955, 1979 и 1990 гг. с привязкой контуров ледников к карте масштаба 1: 25 000 [3].

Таким образом, мы имеем возможность, сопоставить параметры ледников Или-Балхашского бассейна по состоянию на 1955, 1972 гг. (Джунгарская ледниковая система), 1955, 1975, 1990 гг. (Заилийско-Кунгейская ледниковая система) и 1955, 1975, 1979 и 1990 гг. (северный склон Заилийского Алатау).

Не вникая в детали динамики морфометрических характеристик отдельных ледников (она подробно проанализирована в монографии [3]), рассмотрим изменения площади оледенения гор юго-восточного Казахстана. Поскольку запасы льда функционально связаны с площадью поверхности ледника [3, 7, 9, 15, 17], можно уверенно считать, что данные о распределении площади ледников вполне надежно характеризуют ледовые ресурсы как потенциальный источник формирования стока. Отметим, что приводимые ниже данные характеризуют площадь открытой части ледников.

Приступая к сравнительному анализу результатов оценки площади оледенения за разные годы, необходимо иметь в виду, что при составлении первого каталога ледников (по состоянию на 1955 г.) площадь ледников определялась по карте масштаба 1:100 000. Из-за погрешностей определения морфометрических характеристик с использованием карт названного масштаба, сопоставление данных первого каталога ледников с соответствующими данными более поздних определений не вполне корректно. Поэтому резонно за исходную величину (вместо приведенной в первом каталоге ледников) принять площадь оледенения северного склона Заилийского Алатау, уточненную Е.Н. Вилесовым и В.Н. Уваровым по материалам аэрофотосъемки 1955...1956 гг. и картам масштаба 1:25 000 [3]. Таким образом, мы получим сопоставимые по точности данные о площади ледников северного склона Заилийского Алатау по состоянию на 1955, 1975, 1979 и 1990 годы.

Данные сравнительного анализа результатов определений представлены в табл. 1. Здесь же приведены обобщенные результаты определений в двух вариантах. В первом за исходную принята величина суммарной площади открытой части ледников, указанная в первом каталоге ледников (она определена по картам масштаба 1:100 000 [3, 17]), во втором варианте использована суммарная площадь открытой части ледников, уточненная на основе материалов аэрофотосъемки и топографических

карт масштаба 1:25 000 [3]. Не трудно убедиться, что результаты определений площади оледенения по состоянию на 1979 и 1990 гг. различаются всего на 0,3 и 4,1 % соответственно. Таким образом, несмотря на некоторые различия в методике определений, эти результаты являются идентичными, что, в свою очередь, подтверждает их достоверность. Вместе с тем, с учетом особенностей использованных авторами методов определений, можно полагать, что результаты определений, полученные П.А Черкасовым, более достоверны. Именно из этих соображений они приняты для всех последующих определений (строка 3 в табл. 1). Исключение представляют данные о площади оледенения за 1955 г.: в расчет приняты результаты, полученные Е.Н. Вилесовым и В.Н. Уваровым на основе карт масштаба 1:25 000 [3].

Таблица 1

Изменение площади оледенения северного склона Заилийского Алатау за период 1955...1999 гг.

Площадь оледенения, км ²				Сокращение площади оледенения (км ²) за период						Среднегодовой темп сокращения площади оледенения, (%) за период					
1955	1975	1979	1990	1955-1975	1955-1979	1975-1979	1975-1990	1979-1990	1955-1990	1955-1975	1955-1979	1975-1979	1975-1990	1979-1990	1955-1990
269,6	240,4	228,2	195,3	29,2	41,2	12,2	45,1	32,9	74,3	0,542	0,637	1,269	1,251	1,311	0,787
287,3	-	229,0	203,5	-	58,3	-	-	25,5	83,8	-	0,845	-	-	1,012	0,833
287,3	240,4	228,2	195,3	46,9	59,1	12,2	45,1	32,9	92,0	0,816	0,857	1,269	1,251	1,311	0,915

Как видим (табл. 1), при использовании величины суммарной площади ледников, указанной в первом каталоге (269,6 км²), средняя интенсивность сокращения площади оледенения за период с 1955 по 1990 гг. составляет 0,79 % в год, с использованием же уточненных данных о площади оледенения по состоянию на 1955 г. (287,3 км²) она увеличилась до 0,915 % в год. Обращает внимание тот факт, что скорость сокращения площади оледенения в течение всего рассматриваемого периода увеличивалась (рис. 1).

Если в период с 1955 по 1975 гг. она составляла 0,816 % в год, то за интервал времени с 1979 по 1990 гг. она превысила 1,30 % в год и, судя по результатам наблюдений на леднике Туюксу, продолжала расти и в течение последнего десятилетия прошлого века [4]. Как видно на рис. 1, резкий скачок величины темпа деградации оледенения произошел в период с 1975 по 1979 гг., когда он увеличился более, чем вдвое в сравнении с характерным для предыдущего двадцатилетия. В дальнейшем приращение темпов деградации оледенения хотя и сохранилось, но резко замедлилось, а угловой коэффициент рассматриваемого тренда в период с 1975 по 1990 гг. много меньше

характерного для всего периода с 1955 по 1990 гг. Отметим, что тот же характер динамики оледенения выявлен и для бассейна р. Язгулем на Западном Памире [6].

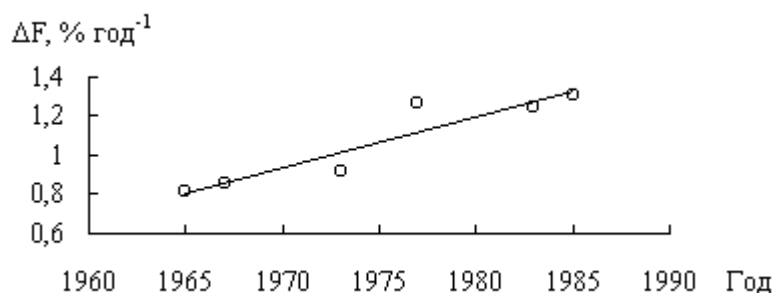


Рис. 1. Изменение темпов сокращения площади оледенения северного склона Заилийского Алатау.

Таким образом, есть основания предположить некоторое замедление приращения темпов деградации оледенения в период с середины 70-х – начала 80-х годов прошлого века. Тем не менее, утверждать с уверенностью об устойчивой тенденции этого процесса пока рано: для более уверенного суждения необходимо составить унифицированный каталог ледников (аналогичный по содержанию упомянутым) по состоянию на 2000...2004гг.

В табл. 2 приведены данные о деградации площади оледенения наиболее изученной Заилийско-Кунгейской ледниковой системы. Нужно иметь в виду, что в графе «исправленные» здесь представлены величины площади оледенения, исправленные введением коэффициента, равного 1,06. Последний получен как отношение исходных (за 1955 г.) величин суммарной площади ледников, определенных для северного склона Заилийского Алатау по картам масштаба 1:25 000 и 1:100 000. Данные таблицы показательны в отношении территориально-временной неоднородности темпов сокращения оледенения рассматриваемого региона. В период с 1955 по 1975гг., максимальный темп сокращения площади оледенения – 1,179 % в год - наблюдался на южном склоне хр. Кунгей Алатау, а наименьший (0,572 % в год) – в бассейне р. Чон-Кемин. Существенно меньшим, в сравнении со средним для Заилийско-Кунгейской ледниковой системы, был темп сокращения площади ледников и в бассейне р. Шелек. Если причины относительно более интенсивной деградации оледенения южного склона Кунгей Алатау достаточно очевидны, то существенно меньшие темпы, характерные для бассейнов рек Чон-Кемин и Шелек, требуют пояснений. Главная причина относительно

более медленного сокращения оледенения в двух последних бассейнах, на наш взгляд, заключается в особенностях орографии, с одной стороны, и характерном для региона значительном увеличении доли летних осадков в их годовой сумме в направлении с запада на восток – с другой. Как показали исследования, доля летних осадков в бассейне р. Шелек значительно больше, чем на северном склоне Заилийского Алатау, а общая закономерность для всего Тянь-Шаня, включая Восточный (Китайский) – значительное увеличение доли летних осадков в их годовой сумме в направлении с запада на восток [12]. Частые летние осадки, подавляющая часть которых в ледниковом диапазоне выпадает в твердом виде, способствуют «консервации» ледников, существенно снижая интенсивность их таяния. Вероятно, аналогичные условия характерны и для бассейна р. Чон-Кемин, открытого для вторжений влажных воздушных масс с запада и северо-запада.

Таблица 2

Изменение суммарной площади открытой части ледников Заилийско-Кунгейской ледниковой системы за период с 1955 по 1990гг.

Район	Площадь оледенения, км ²				Скорость сокращения, км ²			Средний годовой темп сокращения, %		
	1955		1975	1990	1955-1975	1975-1990	1955-1990	1955-1975	1975-1990	1955-1990
	изм.	испр.								
1	135,7	143,8	109,9	-	33,9	-	-	1,179	-	-
2	137,4	145,6	138,4	-	7,2	-	-	0,247	-	-
3	269,6	287,3	240,4	195,3	46,9	45,1	92,0	0,816	1,251	0,915
4	276,9	293,5	259,9	222,6	33,6	37,3	70,9	0,572	0,957	0,690
Всего	819,6	870,2	748,6	-	121,6	-	-	-	-	-
Среднее								0,704		

Примечание: 1- Южный склон хр. Кунгей Алатау; 2-Бассейн реки Чон-Кемин; 3- северный склон хр. Заилийский Алатау; 4- Бассейн реки Шелек.

Значительные территориально-временные различия темпов сокращения площади оледенения – от 0,816 % в год в 1955...1975гг. до 1,311 % в год в 1979...1990 гг. (табл. 1) и от 0,247 до 1,179 % в год в 1955...1975гг. в разных бассейнах (табл. 2) еще раз подтверждают вывод о том, что для оценки динамики оледенения в частном бассейне либо районе нельзя использовать не только выявленные в соседнем, но и средние для данной ледниковой системы величины [17]. Как видно, (табл. 2) средние годовые темпы сокращения оледенения даже в расположенных рядом бассейнах могут значительно различаться. Этот вывод хорошо иллюстрируется данными табл. 3, где представлены характеристики деградации ледников Джунгарской ледниковой системы.

Территориальное распределение рассматриваемых характеристик здесь весьма показательно: при средней величине темпа сокращения площади оледенения $1,079 \% \cdot \text{год}^{-1}$, максимальной ($1,207 \% \cdot \text{год}^{-1}$) выделяется южный склон хр. Джунгарский Алатау. Минимальные же величины рассматриваемых характеристик - $0,552 \% \cdot \text{год}^{-1}$ - характерны для восточной части горной страны – бассейнов рек Тентек и Ырғайты. Здесь очевидно влияние орографии и упомянутого выше эффекта увеличения доли летних осадков в направлении с запада на восток. По-видимому, можно достаточно уверенно полагать, что относительно более низкие темпы сокращения ледников характерны для орографически закрытых (по отношению к господствующему направлению атмосферного влагопереноса) бассейнов восточной ориентации. Такими являются бассейн реки Шелек на Северном Тянь-Шане и бассейн реки Ырғайты в Джунгарском Алатау.

Таблица 3

Изменение суммарной площади ледников (чистый лед) Джунгарской ледниковой системы за период с 1956 по 1972 гг. (по данным [17])

Район, бассейн реки	Площадь оледенения, км ²		Сокращение площади за период, км ²	Темп сокращения площади	
	1956	1972		км ² /год	% · год ⁻¹
Южный склон Джунгарского Алатау	228,4	184,3	44,1	2,756	1,207
Бассейн реки Каратал	202,2	169,2	33,3	2,081	1,027
Бассейны рек Биен, Аксу, Лепсы	294,6	239,3	55,3	3,456	1,173
Бассейны рек Тентек, Ырғайты	88,4	80,6	7,8	0,488	0,552
Джунгарская ледниковая система в целом	813,9	673,4	140,5	8,781	1,079

Интересные закономерности выявляются при анализе динамики оледенения на основе данных об изменении размеров отдельных ледников. Как оказалось, на общем фоне сокращения площади оледенения в период с 1955 по 1975 гг., 31 % из 369 ледников северного склона Заилийского Алатау и бассейна р. Шелек, по которым имеются данные об изменении площади, увеличивались в размерах. Общее приращение площади этих ледников за указанный период составило 15,7 км². В период с 1975 по 1990 гг. доля ледников с положительным балансом массы сократилась до 2,4 % от общего количества исследуемых. В целом же за период с 1955 по 1990 гг. площадь ледников северного склона Заилийского Алатау и бассейна р. Шелек сократилась на 135,4 км². Характерно также, что режим каждого отдельного

ледника сугубо индивидуален и может значительно отличаться не только от осредненного для данной ледниковой системы, но и от режима ледника, расположенного рядом.

Причины этих различий, в общем, известны и кроются, главным образом, в различиях морфологического типа и экспозиции склонов [8]. Упомянутые различия хорошо иллюстрируются данными рис. 2, на котором сопоставлены средние годовые темпы сокращения открытой части ледников северного склона Заилийского Алатау и бассейна р. Шелек, осредненные за период с 1955 по 1990 гг., в зависимости от площади ледников. Как видим, зависимость носит экспоненциальный характер и ярко иллюстрирует роль процессов саморегулирования ледников (она быстро увеличивается по мере увеличения размеров ледника) с одной стороны и влияние локальных факторов на режим ледников - с другой. Последнее так велико, что отклонения величин темпов изменения площади малых ледников в сторону как положительных, так и отрицательных значений относительно среднего могут существенно превысить 5 %. По мере увеличения размеров ледника влияние локальных факторов на динамику рассматриваемой характеристики быстро сокращается. Показательно, что при площади ледника $F > 13...14\text{км}^2$, несмотря на дальнейшее увеличение размеров ледника, темп сокращения площади ледников практически не меняется. Напомним, что ранее нами была получена аналогичная зависимость и с тем же пороговым значением F при сопоставлении высоты фирновой линии и площади ледников [11, 12].

Таким образом, можно достаточно уверенно утверждать, что режим ледников решающим образом определяется их размерами, а площадь ледников в $13...14\text{ км}^2$ является пороговой: с ее превышением режим ледника определяется преимущественно макроклиматическими условиями региона при максимально ограниченном влиянии локальных факторов. Очевидно, данные регулярных наблюдений на ледниках площадью более критической представляют наибольший интерес для решения проблем взаимодействия оледенения и климата: здесь влияние макроклиматических условий проявляется с минимальными искажениями. К сожалению, в настоящее время регулярные наблюдения на подобных ледниках на всем пространстве СНГ не проводятся.

Анализ фактической информации не оставляет сомнений в том, что темп деградации ледников практически не зависит ни от экспозиции, ни от морфологического типа ледника: ледники всех морфологических типов и экспозиций распределены на поле графической зависимости

$\Delta F = f(F_{\text{л}})$ более или менее равномерно во всем диапазоне возможных изменений величины ΔF . Следовательно, есть основания считать, что упомянутый выше относительно более высокий темп деградации ледников южных склонов хр. Кунгей Алатау и хр. Джунгарского Алатау – есть отражение реакции ледников на более высокий температурный фон, присущий южным макросклонам горных хребтов.

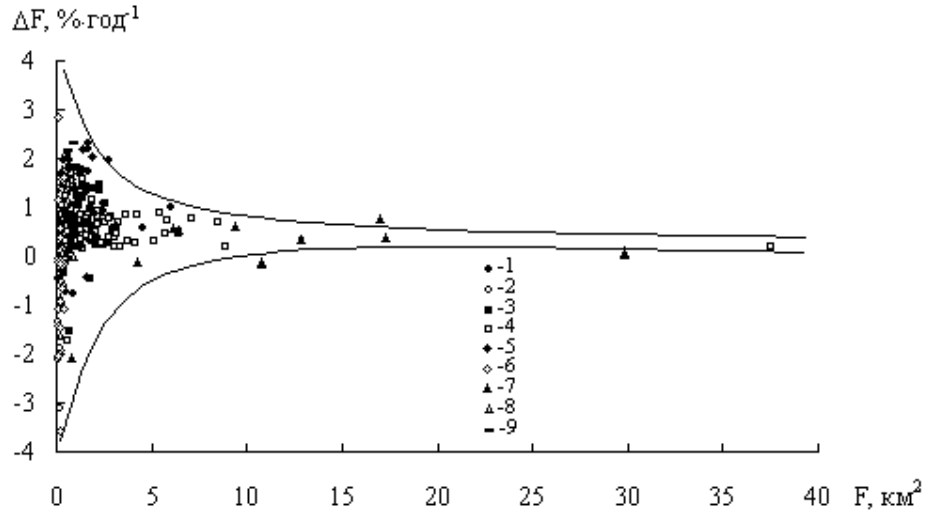


Рис. 2. Зависимость темпов сокращения плановых размеров ледников Заилийско-Кунгейской ледниковой системы за период с 1955 по 1990 гг. в зависимости от их площади и морфологического типа. Морфологический тип ледников: 1 - шлейфовые, 2 - карово-висячие, 3 - висчих долин, 4 - долинные, 5 - карово-долинные, 6 - висячие, 7 - котловинные, 8 - каровые, 9 - плоских вершин.

Отражением разницы температур воздуха на макросклонах разной экспозиции является разная высота приведенной фирновой линии (климатической снеговой границы) на различно ориентированных макросклонах. Эти различия отчетливо выражены во всех горных районах и достаточно устойчивы в пространстве. В горах юга СНГ (Кавказ, Памир, Тянь-Шань, Алтай) разность высот приведенной фирновой линии между северными и южными макросклонами горных хребтов составляет около 200 м [11, 12]. При характерных для периода абляции вертикальных градиентах температуры воздуха это эквивалентно 1,3...1,4 °С. Именно эта разница фоновых температур определяет относительно более интенсивную деградацию оледенения южных макросклонов горных хребтов.

Тот факт, что темп деградации ледников практически не зависит от их экспозиции, - несомненное свидетельство решающего вклада адвективной составляющей в тепловой баланс поверхности ледников. Вместе с тем, упомянутые различия фоновой температуры на полярно ориентированных макросклонах – несомненный результат различий в поступлении прямой солнечной радиации на северные и южные склоны.

Рассмотренные результаты исследований еще раз подтверждают справедливость выводов о недопустимости применения характеристик гляциологического режима, выявленных по материалам наблюдений на одном леднике, пусть даже «репрезентативном» с продолжительностью наблюдений в десятки лет (ледник Туюксу в Заилийском Алатау и ледник Шумского в Джунгарском Алатау, например), для определения соответствующих характеристик других ледников. Различия могут быть не только значительными, но и иметь разный знак. Но подобное решение вполне приемлемо, когда речь идет о динамике целостных гляциальных систем, объединяющих сотни ледников. Мы рассчитали изменения площади каждого ледника Заилийско-Кунгейской ледниковой системы за разные промежутки времени в период с 1955 по 1990 год, применив для этой цели соответствующие средние значения темпов сокращения суммарной площади ледников, выявленные для упомянутой гляциальной системы. Оказалось, что рассчитанная суммарная площадь ледников отличается от фактической менее, чем на 10 %.

Следует подчеркнуть, что средние темпы сокращения суммарной площади ледников, выявленные для Заилийско-Кунгейской и Джунгарской ледниковых систем (при условии начала отсчета от величин площади ледников, указанных в первом каталоге) за последние десятилетия практически совпали с результатами аналогичных определений в различных районах Тянь-Шаня и Памира [1, 5, 6, 21, 22]. Это свидетельствует об однонаправленности динамики оледенения гор Средней Азии и Казахстана и дает основание полагать, что средние темпы сокращения площади оледенения, выявленные за разные промежутки времени для Заилийско-Кунгейской и Джунгарской ледниковых систем (с учетом рассмотренных территориальных различий интенсивности деградации) можно использовать для расчета соответствующих показателей в условиях других горных районов Центрально-Азиатского региона.

Выполненные исследования дают основания для следующих выводов:

1. В течение последних десятилетий прошлого века оледенение гор юго-восточного Казахстана находилось в состоянии устойчивой деградации. Темп

сокращения площади оледенения в течение указанного периода не оставался постоянным, но общей тенденцией является его увеличение. Вместе с тем, с начала 80-х годов прошлого века отмечено заметное снижение темпов деградации оледенения, хотя говорить уверенно об устойчивой тенденции пока рано: для этого необходимо составить унифицированный каталог ледников по состоянию на 2000...2004 гг.

2. Темп сокращения площади оледенения, осредненный за период с 1955 по 1990 гг. для наиболее изученной территории северного склона Заилийского Алатау составляет 0,915 % в год. При условии же начала отсчета от величины площади ледников, указанной в первом каталоге, средний темп сокращения площади оледенения гор юго-восточного Казахстана составил за указанный период 0,8 % в год. Это совпадает с результатами аналогичных определений для Памира, Западного и Центрального Тянь-Шаня, свидетельствует об однонаправленности и одинаковой интенсивной деградации оледенения всего региона – от Памира на юге до Джунгарского Алатау на севере – и дает основания использовать закономерности и количественные соотношения, выявленные в условиях юго-восточного Казахстана, для решения аналогичных задач в других горных районах упомянутого региона.

3. Темп сокращения площади ледников решающим образом определяется их размерами. Зависимость темпа сокращения ледников от площади их поверхности носит экспоненциальный характер, а площадь ледника $F = 3...14 \text{ км}^2$ является пороговой: с ее превышением режим ледника определяется, главным образом макроклиматическими условиями района при максимально ограниченном влиянии локальных факторов. Тот факт, что тоже пороговое значение площади ледника выявлено ранее при исследовании закономерностей распределения высоты фирновой линии в горах Евразии [11, 12], дает основания полагать, что указанный размер площади открытой части ледника действительно является пороговым. С его превышением механизм саморегулирования ледника настолько выражен, что подавляет проявления всех факторов локального характера и характеристики режима ледника определяются макроклиматическими условиями района.

4. Режим каждого ледника сугубо индивидуален и может значительно отличаться не только от осредненного для данной ледниковой системы, но и от характеристик режима ледника, расположенного рядом. Использовать показатели гляциологического режима конкретного ледника для характеристики режима других, даже расположенных рядом ледников, рискованно.

Различия могут быть не только значительными, но и иметь разные знаки. Но подобное решение приемлемо, когда речь идет о динамике оледенения крупных речных бассейнов либо целостных ледниковых систем.

5. Темп деградации ледников практически не зависит от их экспозиции и морфологического типа. Территориальные различия темпов деградации оледенения определяются различиями фоновой температуры воздуха, с одной стороны, и условиями орографии – с другой. Отсутствие выраженной зависимости темпов сокращения площади ледников от их экспозиции – свидетельство решающего вклада адвективной составляющей в тепловой баланс ледниковой поверхности. Вместе с тем, различия температурного фона, особенно контрастно выраженные на полярно ориентированных макросклонах горных хребтов – несомненное свидетельство экспозиционных различий сумм прямой солнечной радиации.

6. Территориальные различия темпов деградации ледников определяются, прежде всего, ориентацией макросклонов относительно как сторон горизонта, так и господствующего направления атмосферного влагопереноса. Максимальные темпы деградации присущи оледенению южных макросклонов хребтов, а минимальные – орографически закрытым бассейнам восточной ориентации и наиболее увлажненным бассейнам на западной периферии горных стран, благоприятно ориентированным относительно господствующего направления атмосферного влагопереноса. В первом случае очевидна решающая роль относительно более высокого температурного фона, присущего макросклонам южной ориентации. В двух последних случаях причиной замедленных темпов деградации ледников является относительно большая доля летних осадков в годовой их сумме: частые летние осадки, подавляющая часть которых в ледниковом диапазоне выпадает в твердом виде, способствуют «консервации ледников», существенно снижая интенсивность абляции льда.

7. Рассмотренные территориальные различия темпов деградации ледников дают основания утверждать, что в горах Средней Азии и Казахстана наиболее устойчивы к воздействиям климатических изменений ледники южных макросклонов горных хребтов. Более «жизнеспособны» ледники, расположенные на западной периферии горных бассейнов и макросклонах хребтов, обращенных на запад и юго-запад – навстречу господствующему направлению атмосферного влагопереноса. Близки к ним по устойчивости ледники макросклонов (бассейнов рек) противоположной – восточной ориентации. При этом в двух последних случаях механизмом

«поддержки» ледников является относительно большая доля летних осадков в их годовой сумме: частые летние осадки, подавляющая часть которых в ледниковом диапазоне выпадает в твердом виде, способствует «консервации» ледников, существенно снижая абляцию льда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзин В.Б. Оледенение и его эволюция в периферийных хребтах Северного Тянь-Шаня (на примере бассейна р. Ала-Арча). Автореферат канд. дисс. М., 1988.- 20 с.
2. Благовещенский В.П., Пиманкина Н.В. Колебания снежности в горных районах Юго-Восточного Казахстана // Гидрометеорология и экология. 1997.-№3.- С.187-197.
3. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. – Алматы, «Казак университеті», 2001. – 252 с.
4. Вилесов Е.Н. Баланс массы ледника Туяксу в последнее десятилетие 20 века // Гидрометеорология и экология. 2003.- №1.-С. 80-84.
5. Глазырин Г. Е. Горные ледниковые системы, их структура и эволюция. Л., ГИМИЗ, 1991.- 109 с.
6. Глазырин Г.Е., Кодома Ю. Оценка изменения оледенения в переходном режиме при изменении климата. // Материалы гляциологических исследований, вып.94. 2003.- С. 212-215.
7. Каталог ледников СССР, т.13. Центральный и Южный Казахстан, бассейн оз. Балхаш, часть 1-7, Л., ГИМИЗ. 1967.
8. Кренке А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. Москва. ГИМИЗ.- 1980.- 46 с.
9. Пальгов Н.Н. Современное оледенение в Заилийском Алатау. – Алма-Ата: АН КазССР. 1958. –312 с.
10. Пиманкина Н.В. Тенденции изменения характеристик снежности казахстанской части Тянь-Шаня за последние 30 лет // Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. Алматы, 1998.-С.75-79.
11. Северский И.В., Благовещенский В.П. Оценка лавинной опасности горной территории.– Алма-Ата: Наука. 1983.- 215 с.
12. Северский И.В., Се-Зичу, Благовещенский В.П. и др. Снежный покров и лавины Тянь-Шаня. Пекин. 1996. 157 с. (на китайском языке). Алматы. 2000. –178 с. (на английском языке).
13. Скоцеляс И.И., Голубцов В.В, Ли В.И. Использование, уязвимость и возможные пути адаптации ресурсов поверхностных вод бассейна Ишима в условиях антропогенных изменений климата. // Гидрометеоро-

- рология и экология. 1997.- № 3. С.91-102.
14. Царев Б.К. Климатические изменения зимнего периода в горах Западного Тянь-Шаня. Ташкент, САНИГМИ, 2003.-С. 138-142.
 15. Черкасов П.А. Каталог ледников СССР. Том 13, вып. 2, часть 4. Бассейны рек Хоргоса, Усека. Л., Гидрометеиздат, 1975.- 77 с.
 16. Черкасов П.А., Ерисковская Л.А., Каймулдаева К., Кусаинова Н.М., Путилина Н.М. Новый Каталог ледников Заилийско-Кунгейской ледниковой системы // Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. Алматы, «Гылым», 1998. - С.8-16.
 17. Черкасов П. А. Современное состояние ледников Или-Балхашского региона // Современное состояние бассейна озера Балхаш. Алматы, 2002, С. 141-198.
 18. Черкасов П. А. Оценка изменения количества и площади ледников в бассейне р. Чилик во второй половине 20 века.//Гидрометеорология и экология. –Алматы. 2002. № 3.- С. 70-76.
 19. Черкасов П. А., Ерисковская Л.А., Ударцев С.В., Т.В. Солодовникова. О каталоге ледников северного склона Заилийского Алатау по состоянию на 1990 год.// Гидрометеорология и экология. – Алматы. 2002. - №1.- С. 123-134.
 20. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. Ташкент, САНИГМИ. 2000.- 252 с.
 21. Щетинников А.С. (1998). Морфология и режим ледников Памиро-Алая. Ташкент, САНИГМИ. – 219 с.
 22. Щетинников А.С. Ледники бассейна реки Пскем. Л.; Гидрометеиздат. 1976. - 121 с.

Институт географии

ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ТАУЛАРЫ МҰЗБАСУЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ДЕГРАДАЦИЯСЫ

Геогр. ғылым. докторы И.В. Северский
Т.Г. Тоқмағамбетов

Әр жылдарда аэротүсірулер материалдары бойынша жасалған мұздықтардың жетілдірілген каталогтарының деректерін талдау негізінде Іле, Күнгей және Жонгар мұздық жүйелері мұзбасуының аумақтық-уақыттық өзгерулерінің заңдылықтары қаралды.

УДК 624.131.551

ПАЛЕОПОСТСЕЙСМИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА НА СОВРЕМЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ Г. АЛМАТЫ

Доктор геогр. наук Б.С. Степанов

Канд. геогр. наук Р.К. Яфязова

Приведены результаты изучения конусов выноса рек Малая и Большая Алматинки. Полученные данные позволили с большой степенью достоверности оценить возраст землетрясения, приведшего к образованию завалов в бассейнах рек Иссык и Большая Алматинка, а также резкому изменению режима твердого стока на северном склоне Заилийского Алатау в конце плейстоцена.

Современные тектонические движения не раз становились причиной крупных катастроф на северном склоне Заилийского Алатау и прилегающей к нему равнине. В верхнем плейстоцене и голоцене в этом районе происходили землетрясения с максимальной магнитудой не менее 8,2 [4]. Последними постсейсмическими катастрофическими явлениями, сформировавшиеся в результате Верненского землетрясения 1887 г., были обвалы, оползни и сели [2]. Не менее катастрофические последствия, судя по всему, имели место в результате землетрясения, приведшего к образованию завалов и завальных озер в бассейнах рек Иссык и Большая Алматинка. Следствием этого землетрясения было и резкое изменение режима твердого стока в верхнем плейстоцене на северном склоне Заилийского Алатау. Отложение больших объемов аллювия на конусах выноса, сложенных преимущественно селевыми отложениями [10], привело к изменению рельефа конусов и, как следствие, частичному и даже практически полному разрушению лессового покрова, образовавшегося в период вюрмского оледенения [9].

В работе [5] приведено гипотетическое описание событий, предшествовавших образованию Большого Алматинского озера в том виде, в каком оно существует в настоящее время. Из упомянутой работы следует, что в результате образования завала возникло Праозеро объемом 100...150 млн м³. Его прорыв сопровождался выносом большого объема рыхлообломочных пород (100...150 млн м³), располагавшихся в центральной части завала. Вынос 200...300 млн м³ водокаменной смеси дол-

жен был привести к существенному изменению строения конуса выноса р. Большая Алматинка по сравнению с конусами других рек северного склона Заилийского Алатау. Однако данных об этом, к моменту написания работы [5], не имелось. Различие в строении конусов выноса рек Большая и Малая Алматинки явилось бы мощным подкрепляющим фактом гипотезы образования Большого Алматинского озера. Это, а также надежда, что удастся уточнить возраст описываемых событий, и стимулировало изучение упомянутых конусов выноса.

Бассейны рек Большая и Малая Алматинки расположены в центральной части хребта Заилийский Алатау. Площадь бассейна р. Большая Алматинка (створ «вершина конуса выноса») близка к 280 км². Его основными частными бассейнами являются бассейны рек Озерная, Кумбель и Проходная. Средний годовой слой стока – 558 мм. Высотная отметка вершины конуса выноса – 1200 м, подошвы – 760 м, площадь – 71,6 км², объем – 7,58 км³, длина образующей конуса – 13 км, средний уклон – 33,8 ‰, густота речной сети – 0,19 км/км² [3, 10].

Площадь бассейна р. Малая Алматинка (створ «вершина конуса выноса») близка к 100 км², средний годовой слой стока (створ г. Алмата) – 614 мм. Высотная отметка вершины конуса выноса – 1200 м, подошвы – 760 м, площадь – 41,5 км², объем – 2,55 км³, длина образующей конуса выноса – 12 км, средний уклон – 36 ‰, густота речной сети – 0,31 км/км² [3, 10].

Конус выноса р. Большая Алматинка – самый западный из группы конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау, чье местоположение практически не изменялось на протяжении плейстоцена, и поэтому в его состав входят все наносы, вынесенные из бассейна как селями межледниковий, так и реками в ледниковые и межледниковые периоды. Основной объем отложений представлен селевыми отложениями [10].

Вершина конуса выноса р. Большая Алматинка примыкает к одноименной долине, которая на участке «устье р. Проходная – вершина конуса выноса» (длина участка ≈ 2,5 км) имеет ярко выраженную корытообразную форму. Крутые, высотой до 50 м, борта сформировались в аллювиально-пролювиальных отложениях верхней предгорной ступени. Поскольку ледники Заилийского Алатау не опускались до таких высотных отметок [7], с высокой степенью достоверности можно утверждать, что форма долины образована селевыми и (или) водными потоками.

Данные о геологическом строении конуса выноса были получены путем изучения стенок и содержимого выемок, осуществленных при рытье котлованов, проходке траншей и т.д. Выемки в количестве 107 располагались относительно равномерно на территории конусов рек Большая и Малая Алматинки, их глубина изменялась в пределах 2...10 м.

Результаты изучения строения конусов позволили построить схему, изображенную на рис.1. Нетрудно видеть, что поверхностный слой большей части площади конуса р. Большая Алматинка и около 30 % площади конуса р. Малая Алматинка представлены аллювиальными отложениями, залегающими под лессовым покровом, мощностью от 0,5 до 3 м. Юго-восточная часть конуса р. Большая Алматинка перекрыта лессовыми отложениями, мощностью от 10 до 20 м, под которыми залегают пролювиальные (селевые) отложения ринс-вюрмского межледниковья.

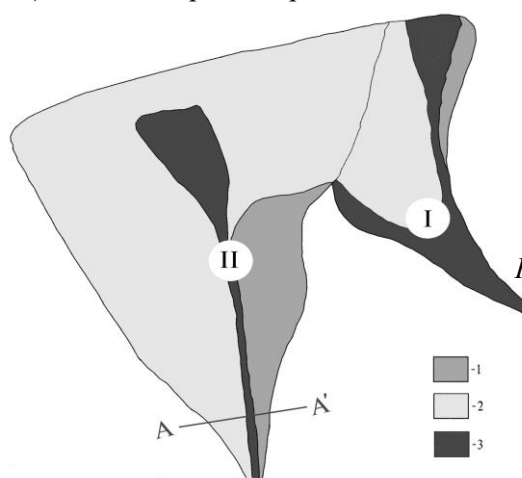


Рис. 1. Строение конусов выноса рек Малая Алматинка (I) и Большая Алматинка (II). 1-лесс мощностью 15...20 м; 2-лесс мощностью до 3 м; 3-селевые отложения голоцена.

Селевые отложения голоцена, мощность которых редко превышает 1 м, расположены на конусе выноса р. Большая Алматинка вдоль современного русла, а также вдоль русел рек Малая Алматинка и Весновка в верхней части конуса выноса р. Малая Алматинка. Данные об объемах селевых отложений голоцена на конусах Малой и Большой Алматинок имеют большое практическое и научное значение. Сравнение объемов селевых отложений голоцена с таковыми ринс-вюрмского межледниковья свидетельствует о том, что селевая активность в решающей мере определяется климатом. Практически стократное увеличение селевой активности в ринс-вюрмском межледниковье было вызвано потеплением климата, по сравнению с климатом 20 века, на 2...3 °С. В результате этого зона фор-

мирования селей дождевого генезиса распространилась на высоты, где в современных условиях располагается гляциально-нивальная зона [6].

Для верхней трети конуса р. Большая Алматинка характерно ступенчатое строение поперечных профилей (рис.2). Объясняется это тем, что западная часть конуса в результате эрозионных процессов углублена на 10...20 м относительно восточной. Углубление произошло не только за счет размыва лессового покрова, но и аллювиально-пролювиальных отложений на глубину 10...15 м. Русло реки Большая Алматинка, в свою очередь, врезано на 5...10 м относительно западной части поверхности конуса выноса.

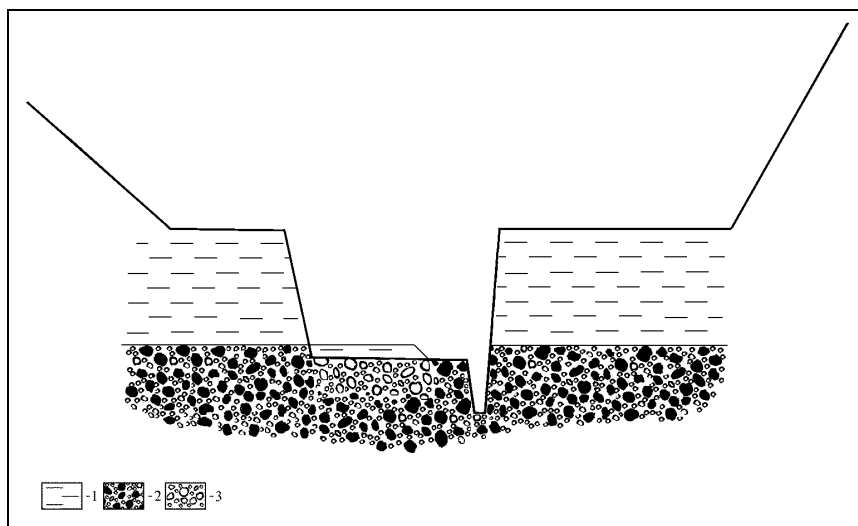


Рис. 2. Схематический разрез по профилю А-А' (рис.1). 1-лесс; 2-селевые отложения; 3-аллювий (масштабы: вертикальный 1:1000; горизонтальный 1:20 000).

Отличительной особенностью конуса выноса р. Большая Алматинка, по сравнению с конусами других рек северного склона Заилийского Алатау, является то, что на более чем 70 % его площади под слоем лесса (0...3 м) залегают аллювиальные отложения, мощность которых может превышать 3 м. Для аллювиального чехла характерна дифференциация гранулометрического состава: чем дальше от вершины конуса, тем меньше размеры частиц.

На востоке южной части нижней трети конуса р. Малая Алматинка (рис.1) граница аллювиального чехла была обнаружена в котловане, вырытом под жилой комплекс, возводимый в квадрате улиц Абая-Масанчи-Сатпаева-Сейфуллина. Территориально он расположен на незначительном

расстоянии к западу от центра конуса р. Малая Алматинка. Внутри этого квадрата находится лессовый останец, мощность которого на северо-западе близка к 11 м, на юге его мощность уменьшается до 3 м. Разрез юго-западной части котлована представлен на рис.3.

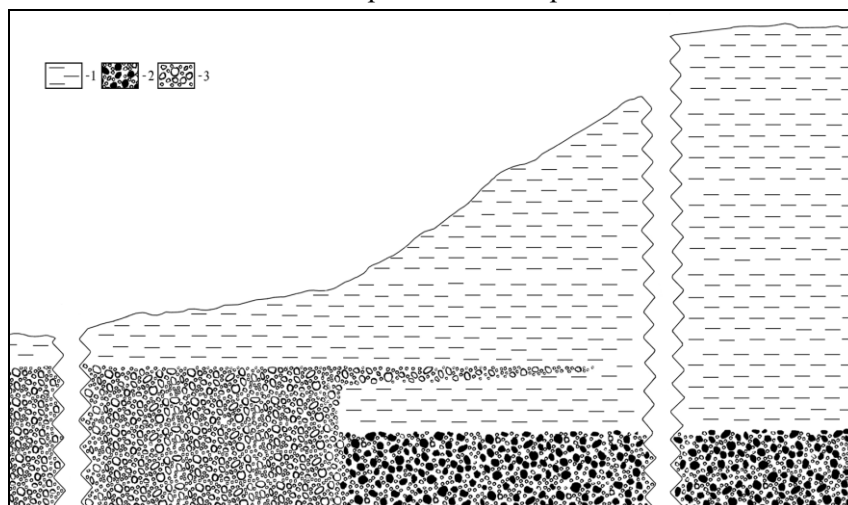


Рис. 3. Схематический разрез поверхностного слоя конуса р. Малая Алматинка в зоне контакта селевых и аллювиальных отложений. 1-лесс; 2-селевые отложения; 3-аллювий.

Селевые отложения, максимальный размер частиц которых превышает 2 м, залегают под мощной толщей лесса (10...12 м), образовавшейся в период вюрмского оледенения. Уровень селевых отложений расположен примерно на 1,2...1,5 м ниже уровня поверхности аллювиального чехла, контактирующего с селевыми отложениями. Аллювий представлен частицами различного размера: от мелкого песка до валунов, достигающих 200 мм. Более крупные глыбы в составе аллювия начинают встречаться на глубине около 2,5 м от поверхности аллювиальных отложений. Скорее всего, это промытые и переотложенные селевые отложения рисс-вюрмского межледниковья, сохранившиеся в неизменном виде восточнее границы раздела аллювия и селевых отложений. Плоскость контакта упомянутых отложений практически вертикальна.

Верхняя часть аллювиальных отложений клинообразно внедрена в лессовый массив, перекрывающий селевые отложения. Мощность «клина» на границе контакта аллювия и аллювия около 60 см, величина внедрения – 6 м. Между нижней поверхностью «клина» и селевыми отложениями находится пласт лесса мощностью, близкой к 80 см. Изучение строения траншеи, прорытой на 200 м от северо-восточной части котлована на се-

вер, показало, что под слоем лесса мощностью 1...2 м расположены селевые отложения.

То, что котлован расположен на стыке аллювиального чехла и селевых отложений, подтверждается наблюдениями в котловане, вырытом в 300...400 м западнее описанного выше котлована. Изучение строения стенок котлована, площадь которого была близка к 10^4 м², показало, что под слоем лесса мощностью 2,5...3 м залегал аллювий, максимальный размер частиц которого не превышал 200 мм. Видимая мощность аллювия более 3 м. Селевые отложения отсутствовали. В северном направлении от этого котлована была пройдена траншея длиной около 200 м. По всей ее длине, под слоем лесса мощностью 2...3 м, залегал аллювий, по гранулометрическому составу идентичный таковому грунту, вынутого из котлована.

Возраст сейсмического события, приведшего к завалам, за которыми образовались озера Иссык и Большое Алматинское, может быть определен из соотношения мощностей лессового покрова, сформировавшегося на конусах рек северного склона Заилийского Алатау, и мощности лесса, перекрывающего, в частности, аллювиальные отложения на конусе р. Большая Алматинка.

Лессовые отложения в низкогорной зоне Заилийского Алатау своим происхождением обязаны дефляционным процессам в пределах Илийской впадины, где находятся крупные песчаные массивы: каскеленские Муюнкумы, пески Улькунхумы, Узункумы, Каракумы и др., особенно широкое развитие эти процессы получили в периоды оледенений. В настоящее время, по мнению М.И. Ломоновича, хотя вынос пыли, образующейся при физическом выветривании песка, и имеет место, ее объем незначителен: «...лессообразование в современную геологическую эпоху на предгорьях Южного Казахстана, в частности Заилийского Алатау, крайне затруднительно» [1].

За последние 65...75 тыс. лет плейстоцена на конусах рек северного склона Заилийского Алатау образовался лессовый покров мощностью около 20 м. Следовательно, скорость формирования этого покрова была близкой к 0,3 м/год. В результате нарушения режима твердого стока, вызванного мощным землетрясением, произошло частичное разрушение этого покрова. После нормализации режима твердого стока процесс отложения аллювия на конусах выноса резко уменьшился и, тем самым, вновь создались условия для отложения лесса. К концу вюрмского оледенения их мощность составляла 2,5...3 м. Учитывая сказанное, можно сделать

заклучение, что описанное сейсмическое событие и вызванные им последствия имели место 8...10 тыс. лет до наступления голоцена, т.е. 20...22 тыс. лет тому назад. Следовательно, землетрясения, способные приводить к существенному изменению рельефа северного склона Заилийского Алатау, повторяются относительно редко: в верхнем плейстоцене и голоцене они имели место не чаще одного раза в 15...25 тыс. лет.

Гипотетическое описание прорыва праозера Большое Алматинское и предшествующих ему событий не должны вступать в противоречие с данными, достоверность которых близка к единице:

- объем лесса, вынесенный с поверхности конусов выноса рек Малая и Большая Алматинки, был близок к $1,5 \cdot 10^9$ м³;
- лесс не мог быть разрушен только в ходе прорыва Праозера, так как объем Праозера вряд ли превышал $15 \cdot 10^7 \dots 20 \cdot 10^7$ м³, что, по меньшей мере, на порядок меньше, чем необходимо для выноса лесса водным потоком за пределы конуса;
- прорыв Праозера произошел после того, как лесс был снесен с поверхности конуса р. Большая Алматинка. Доказательством тому служит отсутствие аллювия на поверхности лесса, сохранившегося в юго-восточной части конуса.

Учет вышесказанного позволяет осуществить схематическую реконструкцию процессов, имевших место до, в ходе и после прорыва Праозера. В течение практически всего вюрмского оледенения русла рек северного склона Заилийского Алатау сохраняли неизменное положение на конусах выноса. Это создавало благоприятные условия для формирования на них лессового покрова. К концу вюрма мощность лесса составляла 15...20 м. Мощное землетрясение в конце плейстоцена резко изменило режим твердого стока. Увеличился не только его объем, но и размеры частиц аллювия. Отложение аллювия в руслах рек на конусах привело к формированию аллювиального чехла, в ходе которого на значительных площадях конусов происходило разрушение лессового покрова.

В бассейне р. Большая Алматинка землетрясение инициировало грандиозный обвал [5], образовавший завальную плотину на р. Озерная, ее высота на 100...120 м превышала современное значение. Заполнение образовавшейся емкости (100...200 млн м³) продолжалось, как минимум, около 4 лет (современный средний годовой расход воды р. Озерной – 1,62 м³/с [3]). Если в ходе заполнения емкости имела место фильтрация воды

через завальные массы, процесс образования Праозера мог растянуться на десятилетия.

Завальные массы перегородили не только р. Озерную, но и р. Кумбель в месте ее слияния с р. Озерной. Однако объем озера, образовавшегося на р. Кумбель, вряд ли превышал первые миллионы кубических метров, так как русло р. Кумбель в его устьевой части имеет большие продольные уклоны, а река течет в узком врезе, один борт которого представляет крутой борт долины, а другой – обрыв в хорошо сохранившейся морене рисского оледенения.

Вынос завальных масс, перегородивших р. Кумбель, на конус р. Большая Алматинка послужил толчком к разрушению лессового покрова на этом конусе водами р. Большая Алматинка. Объем воды, потребовавшийся для этого, составил, как минимум, $1 \cdot 10^9 \dots 3 \cdot 10^9$ м³. Это 10...30-летний сток, в современных климатических условиях, р. Большая Алматинка. И лишь после того, как был разрушен лессовый покров на большей части площади ее конуса, произошло опорожнение Праозера.

То обстоятельство, что глыбы, находившиеся в теле завала, размеры которых могли превышать 10 м, не сохранились в нижерасположенной части долины, позволяет предполагать, что расход водокаменной смеси, формировавшейся в ходе разрушения центральной части завала, мог составлять десятки тысяч кубометров в секунду. Тем не менее, этот поток вмещался в проран, образованный в лессовом покрове верхней части конуса в предшествующий период. На это указывает отсутствие аллювия на поверхности 20 метровой толщи лесса, перекрывающей юго-восточную часть конуса р. Большая Алматинка (рис.1).

Поверхностные слои большей части конуса р. Большая Алматинка и около половины площади конуса р. Малая Алматинка претерпели существенные изменения. В верхней части конуса р. Большая Алматинка, там, где ранее произошло разрушение лессового покрова, произошло понижение высотных отметок (на несколько метров). Аллювиальные отложения в этом районе представлены широким спектром размеров частиц: от пыли до глыб с размерами более 2 м. В средней части конусов выноса рек Большая и Малая Алматинки потоками воды были размывы (на глубину более 3 м) отложения селей рисс-вюрмского межледниковья; а затем произошло отложение аллювия мощностью около 3 м. Максимальные размеры частиц не превышают 0,5 м. Нижние части этих конусов были перекрыты продуктами размыва селевых отложений и аллювием, минеральный состав которых близок

к составу пород, сформировавших завал. Максимальный размер частиц здесь не превышает 0,2 м.

Суммарный объем аллювиальных отложений на конусах рек Большая Алматинка и Малая Алматинка оценен в 200...240 млн м³. Если учесть, что часть аллювия - перемытые отложения селей ресс-вюрмского межледниковья, то полученные значения хорошо согласуются с оценкой объема завальных масс, вынесенных на конусы в ходе опорожнения Праозера [5]. Как доказывается в упомянутой выше работе, в заключительной стадии опорожнения произошло оползание бортов прорана в завале. В результате этого образовался завал, за которым сформировалось Большое Алматинское озеро, существующее и поныне. Со временем режим твердого стока нормализовался и на поверхности аллювия стал формироваться лессовый покров, мощность которого к голоцену достигла 2...3 м.

Результаты изучения строения конусов рек Малая и Большая Алматинки с большой степенью достоверности подтверждают основные положения гипотезы о двух стадиях формирования завала, приведшего к образованию Большого Алматинского озера. Образование Праозера, его прорыв и процессы, имевшие место на конусах рек Малая и Большая Алматинки в ходе прорыва, свидетельствуют о том, что постсейсмические процессы, по масштабам катастрофичности, могут быть соизмеримы и даже превосходить собственно последствия землетрясений [8]. Повторяемость таких явлений относительно невелика: в верхнем плейстоцене и голоцене они имели место не чаще одного раза в 15...25 тыс. лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Илийская долина, ее природа и ресурсы / Под общей редакцией М.И. Ломоновича. - Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963. - 341 с.
2. Мушкетов И.В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. - СПб., 1890. - 154 с. - (Тр. Геол. комитета, Т.10, Вып.1).
3. Основные гидрологические характеристики. - Т.13. Центральный и Южный Казахстан. - Вып.2. Бассейн оз. Балхаш. - Л.: Гидрометеоиздат, 1967. - 471 с.
4. Оспанов А., Казаков В., Белослюдцев О., Курскеева Л. Прогноз землетрясений в Казахстане / Проблемы предотвращения последствий разрушительных землетрясений. - Алматы, 2002. - С. 59-66.
5. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. О катастрофических явлениях в голоцене в бассейне реки Большая Алматинка // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 4. - С. 154-165.
6. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Климат голоцена и селевая активность на северном склоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2002. - № 1. - С. 74-81.

7. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Оледенения Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2000. - № 3-4. - С. 100-108.
 8. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Свершившиеся и потенциальные постсейсмические катастрофы на Северном Тянь-Шане (Тезисы докладов второго Казахстанско-Японского семинара по предотвращению последствий разрушительных землетрясений). - Алматы, 23-25 сентября 2002 г. - С. 28-29.
 9. Яфязова Р.К. Загадка лессового покрова конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. - 2001. - № 1-2. - С. 155-160.
 10. Яфязова Р.К. Основные закономерности формирования селевых конусов выноса (на примере северного склона Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. - Алматы, 1998. - 21 с.
- Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

**ҚАЗІРГІ АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ
ПАЛЕОПОСТСЕЙСМИКАЛЫҚ АПАТ**

Геогр. ғылымд. докторы Б.С. Степанов
Геогр. ғылымд. канд. Р.К. Яфязова

Үлкен және Кіші Алматы өзендерінің шығарынды конустарын зерттеу нәтижелері келтірілген. Алынған деректер Үлкен Алматы мен Есік өзендері алабындағы құлама үйіндінің пайда болуына, сонымен бірге плейстоценнің аяғында Іле Алатауының солтүстік беткейіндегі қатты заттекті ағындылар режимінің күрт өзгеруіне әкеліп соққан жер сілкінісінің жасын жоғары дәрежедегі анықтықта бағалауға мүмкіндік берді.

УДК 656.18

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ НАРУШЕНИЯ
СОЛЕВОГО РЕЖИМА ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ**

Канд. геогр. наук

М.Ж. Бурлибаев

В условиях современной водохозяйственной политики к нарушению солевого режима пойменных лугов приводит нарушение естественного гидрологического режима рек, т.е. отсутствие затопления пойм в период весеннего половодья и паводков. Как результат, в деградированных речных экосистемах растительность представлена преимущественно галофитами и ксерофитами, что для сельского хозяйства особой ценности не представляет. В статье исследована зависимость солевого режима пойменных лугов от гидрологического режима водотоков, с целью необходимости обоснования экологического стока рек ниже крупных водохранилищ.

В результате значительного сокращения весеннего половодья и паводкового затопления поймы р. Шу, снижения поверхностного стока в другие периоды года, а также дополнительного поступления солей в реку в связи с ее использованием на орошение имеет место не только смена растительности и опустынивание, но и изменение солевого режима пойменных почв, тесно связанных с гидрологическим и гидрохимическим режимами водотока.

Как показывают результаты исследования внутригодовой динамики минерализации (при условно-естественном гидрологическом режиме), минимальные значения общей минерализации имели место в периоды весеннего половодья, а максимальные - в зимнюю межень, т.е. при подавляющем преимуществе подземной составляющей в питании рек в областях разгрузки конуса выноса. Например, в период весеннего половодья, в створе ГП свх. Амангельды общая минерализация составляла порядка 480 мг/м^3 , при господстве гидрокарбонатов в анионном составе - 200 мг/м^3 , при показателях: сульфатов - 110 мг/м^3 , хлоридов - 28 мг/м^3 . В катионном составе преобладала сумма натрия с калием - 67 мг/м^3 . Далее идут межень (в среднемноголетнем разрезе) общая минерализация приближалась к 500 мг/м^3 , что, в общем-то, закономерно. Но в катионном со-

ставе происходили некоторые перестановки, т.е. увеличилось содержание кальция до 80 мг/м³, при уменьшении суммы натрия и калия до 40 мг/м³. При нарушенном гидрологическом режиме в этих показателях произошли коренные изменения. Например, в зимнюю межень в указанном створе резко возросли показатели сульфатов и хлоридов, соответственно до 1300 и 1500 мг/м³ при относительной стабильности гидрокарбонатов, 220 мг/м³. Общая минерализация достигла 4000 мг/м³. При этом в катионном составе резко возрастает содержание магния до 420 мг/м³, кальция - до 300 мг/м³ при резком уменьшении суммы натрия и калия (30 мг/м³). Причем, ранее малозначимые азотные и фосфорные группы (биогены) становятся более осязаемыми. В створе ГП Уланбель произошли аналогичные изменения. При показателе общей минерализации зимой 4700 мг/м³, наблюдается некоторое уменьшение хлоридов (1340 мг/м³) и возрастание сульфатов до 1630 мг/м³. В катионном составе при постоянстве кальция (300 мг/м³) резко возрастает сумма натрия и калия (до 860 мг/м³), наблюдается снижение содержания магния до 320 мг/м³. Очевидно, это объясняется сбросом возвратных вод с орошаемых массивов и выклиниванием в зоне гидравлической связи поверхностных и грунтовых вод.

В створе ГП свх. Амангельды изменение гидрохимического режима в половодье характеризуется следующим образом. Увеличение общей минерализации произошло более чем в 2 раза, по сравнению с условно-естественным периодом гидрологического режима, и достигло 1080 мг/м³. Резко возросло содержание суммы натрия и калия (190 мг/м³) при некотором росте кальция и магния (48 и 62 мг/м³). Рост наблюдается в содержаниях сульфатов до 415 мг/м³ и хлоридов до 94 мг/м³. Содержание карбонатов 240 мг/м³. Створ ГП Уланбель характеризуется минерализацией до 1750 мг/м³. Содержание сульфатов - до 600 мг/м³, хлоридов - до 390 мг/м³, при показателе гидрокарбонатности 280 мг/м³. Необходимо подчеркнуть, что наравне с изменением гидрохимического режима реки Шу также наблюдается загрязнение водотока инородными ингредиентами - ионами тяжелых металлов (медь, цинк). Из всего перечня загрязнителей ни один из них не входит в список генетической принадлежности речному бассейну, т.е. все они имеют антропогенное происхождение. В последнее время основными загрязнителями стока реки стали азот аммонийный (NH₄), азот нитратный (NO₃), азот нитритный (NO₂), фенолы, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и фтор.

Приведем анализы загрязненности реки в замыкающем створе ГП Уланбель, как интегрального показателя загрязненности по всей длине р. Шу от трансграничных участков с сопредельной Республикой Кыргызстан. Отсутствие финансирования на подобные исследования не позволяет определять доли составляющих загрязнителей на кыргызстанскую и казахстанскую. Приоритетным загрязнителем в створе ГП Уланбель как был, так и остается азот аммонийный. При лимитировании предельно-допустимой концентрацией $0,5 \text{ мг N/м}^3$, показатели NH_4 в последнее время колеблются в пределах от $2...5 \text{ мг N/м}^3$ в рукаве Большая Арна до $4...6 \text{ мг N/м}^3$ в рукаве Малая Арна. Эти показатели превышают ПДК более чем в 10 раз и, согласно классификации Минздрава РК, относятся к опасным явлениям (ОЯ). Превышение содержания фенолов над ПДК обычно наблюдается в пределах двухкратного, хотя и были зафиксированы значения опасного явления в рукаве Малая Арна, $0,15 \text{ мг/м}^3$ при ПДК $0,001 \text{ мг/м}^3$. Превышения предельно-допустимых концентраций фтором на ГП Уланбель обычное явление, при показателях ПДК $0,75 \text{ мг/м}^3$ в последнее время фиксируется его содержание $4,5 \text{ мг/м}^3$. Превышения ПДК синтетическими поверхностно-активными веществами тоже не редкость. Вследствие загрязненности ухудшается качество речного стока по таким показателям, как содержание растворенного кислорода и биохимического потребления кислорода, характеризующих, как велико потребление кислорода для окислительных процессов содержащихся в воде веществ в аэробных условиях, что, в свою очередь, сказывается на условиях обитания гидробионтов. Приходится констатировать, что при сохранении нынешних методов использования водного потенциала р. Шу в ближайшее время река потеряет свою самоочищающую биологическую способность полностью. Качество воды таково, что ее уже невозможно использовать не только в питьевых целях, но и на орошение.

При изменении почвенных условий наравне с гидрологическим режимом реки и режимом грунтовых вод немаловажную роль играет минерализация поверхностного стока, которая коренным образом в настоящее время изменена. А дренажный сток с повышенным содержанием солей вызывает засоление и осолонцевание почв пойменных угодий, что наблюдается на рр. Сырдарья, Или, Шу, Талас, Асса [4].

Основной причиной развития опустынивания пойменных лугов является хозяйственная деятельность человека, нарушающая экологическую среду природного комплекса речных долин [2, 3]. По данным Ж.У. Ахано-

ва, в результате зарегулирования стока р. Шу на орошение торфянисто-болотные почвы дельты сократились на 43%. Сейчас их насчитывается 11951 га, против 23000 га при естественном гидрологическом режиме. Лугово-болотные почвы сократились на 59,3% и составили 14825 га, против 39692 га при ежегодных затоплениях. При этом налицо возрастание опустыненных такыровидных почв [2]. В связи с перспективами восстановления продуктивности пойменных лугов и охраны природного комплекса речных долин в дальнейшем, несомненный научный интерес представляет изучение водно-солевого режима пойменных почв. Часть наших исследований посвящена этому вопросу на примере р. Шу. Исследование водно-солевого режима почв играет основную роль при установлении оптимального гидрологического режима рек в зависимости от водности года для избежания тех негативных явлений, которые наблюдаются при современном экстенсивном развитии орошения.

В условиях засушливого климата Казахстана, где в течение большей части года атмосферные осадки практически отсутствуют, солевой режим почв зависит от водного режима рек. Для определения динамики его изменения нами исследовалась взаимосвязь солевого режима пойменных почв р. Шу (содержание суммы солей от сухого веса почв) и гидрологического режима как в многолетнем, так и во внутригодовом разрезе. При этом рассматривалась зависимость солевого режима почв не только от поверхностного стока, но и от уровня грунтовых вод, где поверхностный сток выступает определяющим для уровней их залегания. Как видим на этом рис., солевой режим лугово-болотных почв в течение года изменяется в соответствии с колебаниями поверхностного стока. Прослеживается также связь солевого режима с глубиной залегания грунтовых вод. Накопление солей в грунтах в основном происходит за счет поднятия уровня грунтовых вод, которые в условиях Шуйской долины характеризуются минерализацией в пределах 15...17 г/м³. В составе солей во все сезоны года преобладает Na₂SO₄, частично CaSO₄ и MgSO₄. Во время весеннего затопления доминирует Ca(HCO₃)₂, Na₂ SO₄, MgSO₄; при спаде половодья – Na₂SO₄; в осенний период возрастает NaCl.

Из анализа внутригодовых зависимостей нами получена зависимость содержания солей в почве поймы р. Шу от естественного гидрологического режима в многолетнем разрезе, т.е. от объема выхода воды на пойму (рис.). Полученные зависимости показывают, что в маловодные и многоводные годы наибольшее количество солей накапливается

в корнеобитаемых слоях от 10 до 150 см (от 2...4 до 5...19 %), из них наименьшее – в слое 30...50 см (от 0 до 1 %).

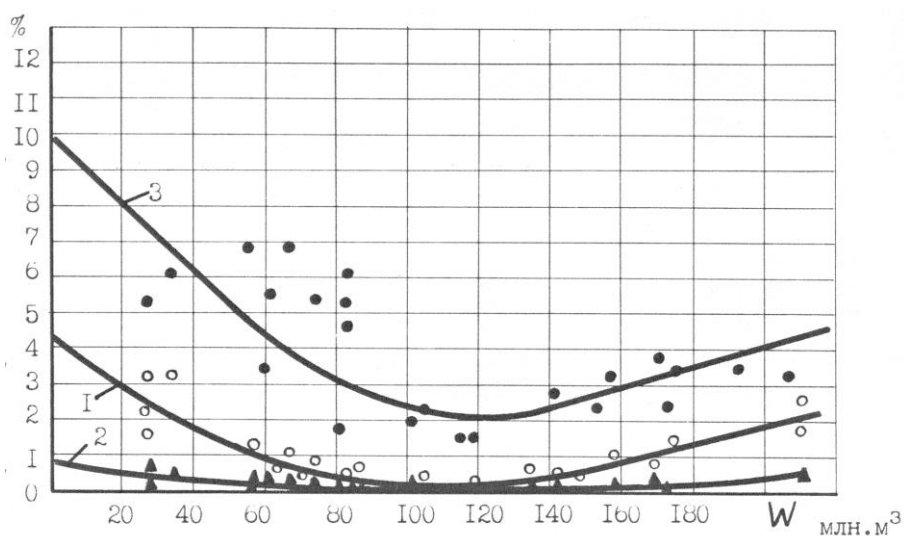


Рис. Зависимость солевого режима пойменных почв (%) р. Шу от объема выхода воды на пойму (W), при толщине корнеобитаемого слоя: 1 – 10 см; 2 – 30 см; 3 – 150 см.

При краткой поемности или отсутствии промывных паводковых затоплений к соленакоплению в аридной зоне приводит и степной, и пустынные процессы почвообразования, т.е. невозможность промывки остатка солей прошлых лет, атмосферный солеперенос из близлежащих солонцов и солончаков, усиленное аэробное разрушение зольных элементов (как в ранее накопленных, так и ежегодно образующихся в почве органических остатках и перегное). Минеральные соединения при этом постепенно освобождаются от солей кальция, сохраняющихся в более глубоком карбонатном или гипсовом горизонтах. Оставшиеся же в растворе соли, в дельте р. Шу, это, главным образом, хлористый и сернокислый натрий (NaCl и Na_2SO_4), накапливаются в верхней части корнеобитаемого слоя.

С увеличением содержания в почвенном растворе солей натрия из коллоидной части почвы вытесняется кальций, его замещают ионы натрия.

В зависимости от характера солей, преобладающих в почве, выделяют сульфатное, хлоридное и карбонатное, или так называемое соловое засоление почв. Последнее особенно опасно, поскольку образует вредный для всех растений гидроксид натрия. В многоводные годы, когда наблю-

дается длительное стояние вод на затопливаемых участках дельты, также происходит засоление почвы, главным образом, от поступления солей с капиллярными токами из солоноватых грунтовых вод при глубине их залегания меньшей, чем высота капиллярного поднятия почвогрунтов. В результате исследования также установлено, что почвы дельты р. Шу с гидрокарбонатным и сульфатно-гидрокарбонатным типом засоления во время весеннего паводкового затопления переходят в гидрокарбонатно-сульфатные, а после длительного засушливого лета – в хлоридно-сульфатные. Таким образом, полученные результаты подтверждают, зависимость солевого режима пойменных почв от гидрологического режима рек. При этом оптимальный солевой режим пойменных почв (минимальное соленакопление) достигается в средние, по водности годы, подтверждая тем самым тезис об оптимальности среднесезонных расходов стока половодья для получения максимальной урожайности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аханов Ж.У., Орлова М.А., Меньшиков Л.Ф. Водно-солевой режим почв низовьев рек Чу и методы его регулирования // Почвоведение в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1973. – С.98-101.
2. Аханов Ж.У. Почвообразование в дельтовых равнинах Южного Казахстана. – Алма – Ата: Наука, 1987. – 240 с.
3. Ковда В.А., Захарина Г.В., Шелякина О.А. Значение ирригационных наносов р. Амударьи в плодородии орошаемых почв // Почвоведение, 1959. - №4. – С. 25-35.
4. Стародубцев В.М. Влияние орошения на мелиоративные качества речного стока. – Алма – Ата: Наука, 1985. – 168 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

ЖАЙЫЛМАЛЫҚ ШАЛҒЫН ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ТҰЗДЫЛЫҚ РЕЖІМІНІҢ БҰЗЫЛУЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫНА ТАЛДАУ

Геогр. ғылымд. канд. М.Ж. Бүрлібаев

Қазіргі су шаруашылық саясатының жүргізілуінде жайылмалық шалғындардың тұздылық режимінің бұзылуы өзеннің табиғи гидрологиялық режимінің өзгеруінен, атап айтқанда көктемгі су тасу мен тасқындар кезеңінде жайылмадағы су басудың болмауы салдарынан. Өзен экожүйесінің тозуының нәтижесі өсімдіктерден ауыл шаруашылығында аса маңызы жоқ тұзсүйгіш және құрғақсүйгіш түрлерінің басымдылығынан көрінеді. Мақалада өзендердің ірі бөгендерден төменгі тұсында экологиялық ағындыларын негіздеу мақсатында,

жайылмалық шалғындардың тұздылық режімі ағын сулардың гидрологиялық режіміне тәуелділікте зерттелді.

УДК 556. 114

ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И ДРУГИМИ ТОКСИКАНТАМИ

Канд. геогр. наук С.М. Романова

Рассмотрены результаты многолетних систематических исследований режима и динамики микроэлементов: металлов (меди, цинка, марганца, свинца), неметаллов (фтора, бора, брома, йода), биогенных элементов (азота, фосфора, кремния, железа), нефтепродуктов и гербицидов в экосистеме «вода – ил – почва – растения» Или – Балхашского и Ертыского бассейнов. Выявлены основные факторы их формирования и взаимосвязь с химическим составом вод. Установлено, что указанные компоненты в супераквальных фациях ландшафта активно участвуют в биологическом круговороте веществ. Наблюдается загрязнение всех компонентов среды.

Экологическое нормирование и моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы Казахстана и других регионов аридных зон базируется на изучении процессов формирования, режима и миграции микроэлементов, включая тяжелые металлы. В Казахстане такие систематические исследования были начаты А.Н. Муном и его учениками под руководством академика А.Б. Бектурова, а также Б.А. Беремжановым и его ныне действующей школой.

Автором, с экологической точки зрения, проведены многолетние систематические исследования содержания меди, цинка, марганца, свинца, фтора, бора, брома, йода, кремния, азота, фосфора, железа и других элементов в экосистеме «вода - донные отложения - почва – растение» Или–Балхашского и Ертыского бассейнов. Вышеперечисленные компоненты химического состава участвуют в важнейших физико-химических, гидрохимических, биохимических процессах и являются индикаторами загрязнения водоемов и водотоков токсикантами естественного и антропогенного происхождения. Кроме того, медь и цинк, например, относятся к так называемым «приоритетным» металлам и требуют постоянного контроля, так как увеличение их содержания может превратить эти жизненно необ-

ходимые для организмов элементы в токсиканты. Контроль за содержанием марганца, свинца и других элементов в водоеме необходим, поскольку они играют большую роль в развитии гидробионтов и их содержание строго регламентировано при водоподготовке.

Пробы воды, донных отложений, почв и растений отбирались в наиболее распространенных суперэвальных фациях ландшафта в Или – Балхашском бассейне: пойма р. Или, протока Жидели, Акдалинский орошаемый массив, оз. Балхаш; в Ертыском бассейне: действующие искусственные водоемы – охладители Экибистузских ГРЭС–1 и ГРЭС–2, водохранилище – охладитель строящейся Южно-Казахстанской ГРЭС (на оз. Балхаш), канал Ертыс – Караганда. Анализы проводились по общепринятым в гидрохимии, почвоведении и биологии методам.

Рассмотрим результаты, полученные для некоторых компонентов химического состава в экосистеме «вода – ил – почва – растение» отдельно для каждого бассейна. Во всех гидроморфных природных комплексах Иле – Балхашского региона отмечается высокое содержание марганца в почвах (58...325 мг/кг) и растениях (8...101 мг/кг) (табл. 1). Приуроченность значительных количеств к гумусированным верхним горизонтам соответствует высокой биофильности этого элемента. Кроме того, заметна тесная связь с процессом интенсификации засоления – в аллювиально-луговых солонцевато-солончаковатых фациях марганца концентрируется больше всего. В речных водах он содержится от 0,06 до 0,072 мг/дм³.

Таблица 1

Среднее содержание микроэлементов в почвах и растениях Или – Балхашского региона, мг/кг

Фация ландшафта. Название образца	Марганец	Медь	Цинк	Бор
Акдалинский массив орошения				
Надземная часть лугового разнотравья	8...101	4...15	10...27	1,4...16,0
Почва (0...100 см)	58...297	1,5...13,5	0,75...53	1,25...10,0
Пойма протоки Жидели				
Надземная часть лугового разнотравья	36...57	4...24	7...42	7,5...25,0
Почва (0...100 см)	77...325	1,0...8,5	0,5...1,5	1,25...10,0

Меди в почвах от 1 до 13,5 мг/кг, в растениях – 4...24 мг/кг. В воде р. Или (у Капшагайской ГЭС) меди 0,004 мг/дм³, дельтовых протоках

0,07...0,097 мг/дм³, а в грунтовой воде засоленных орошаемых массивов – 0,021 мг/дм³. В агроценозах меди больше всего.

Цинка в почвах исследуемых объектов, не подверженных антропогенному воздействию, содержится от 0,5 до 2,15 мг/кг. Это соответствует его пониженной фоновой концентрации во всех почвах Казахстана. Однако, на Акдалинском орошаемом массиве, где применяются цинковые удобрения при возделывании риса, содержание цинка в верхних горизонтах достигает 53 мг/кг. В надземной части растений цинка от 4 до 42 мг/кг, в оросительной воде – до 0,023, а в грунтовых водах до 0,042 мг/дм³.

Воднорастворимый бор в почвах имеется в количествах от 1,25 до 10,0 мг/кг, максимумы его приурочены к наиболее засоленным горизонтам. Растения накапливают в своей надземной части бора до 1,4...25 мг/кг. Речные, оросительные воды содержат его 0,02...0,27 мг/дм³, сбросные и коллекторные – 0,51...2,48, а грунтовые до 13,9 мг/ дм³, что явно показывает на интенсивную водную миграцию бора при орошении.

В аквальном ландшафте оз. Балхаш галогеохимический поток вносит микроэлементы и другие вещества в область разгрузки, где преобладает жидкая фаза. В силу особых условий, созданных пустынным климатом, происходит накопление и метаморфизация химического состава водных растворов. В озере Балхаш, в месте впадения р. Иле, концентрация *Mn* составляет 19...61,5, *Si* – 0,6...6,4, *Zn* – 17...77 мкг/ дм³, а бора – 0,4...1,4 мг/дм³ (табл. 2, 3). Если проследить за корреляцией между содержанием *Si* и *Zn* и соленостью воды, то можно оценить её как слабую зависимость, а для бора эта связь тесная.

Таблица 2

Средняя концентрация биогенных веществ, микроэлементов в водоемах Прибалхашья, мг/дм³

Компонент	Фосфор	Железо	Азот общий	Медь	Цинк	Марганец	Фтор	Йод	Бор
Концентрация	0,03	0,19	0,46	0,012	0,041	0,050	0,08	1,23	3,63

Марганец хорошо коррелирует с органическим веществом и значениями рН воды. Образцы донных отложений, отобранных со всей акватории оз. Балхаш, свидетельствуют о содержании большого количества тяжелых металлов, особенно наиболее токсичных свинца и цинка: их концентрация, соответственно, в 77...253 и 5 раз превышает среднее его содержание в донных отложениях водоемов промышленных зон [14]. В

грунтах пресной западной части озера, где преобладают светло-серые илы содержится цинка 82, меди 55, кадмия 3, свинца 47 мг/кг.

Таблица 3

Содержание микроэлементов в экосистеме «вода оз. Балхаш – ил – растение»

Mn	Cu	Zn	Pb	B	J	Нефте- продукты
вода, мкг/л						
19...61,5	0,65...6,4	17...77	2660...4100	400...1450	58...103	0...1140
донные отложения, мг/кг						
400...800	30...250	60...2000	10...800	Не опр.	20...40	Не опр.
Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Sr	Fe
водоросли, мг/кг						
12,5...87,5	2,5...12,8	10...212,5	1,3...7,5	0,13...250		
наземная растительность, мг/кг						
40	6,3	50,3	3,2	0,4	41	20

Ионы металлов хорошо сорбируются илистыми частицами и вместе с ними оседают на дно. Установлено, что наибольшие концентрации металлов приходится на поверхностный слой грунта (10 см).

Следует отметить, что в формировании гидрохимического режима и качества вод роль донных отложений двойная. С одной стороны, как аккумуляторы многих веществ (тяжелые металлы, некоторые минеральные и органические вещества) они способствуют самоочищению водных масс. При этом самоочистительная роль донных отложений зависит от их характера (степени дисперсности, содержания органического вещества, оксидов железа и марганца и др.) и от процессов на границе раздела фаз. С другой стороны, обладая большими запасами (т.е. являясь хранилищем почти всех химических элементов), донные отложения при определенных условиях превращаются в источник вторичного загрязнения водоемов. В этой связи создается реальная опасность вторичного загрязнения водных масс оз.Балхаш марганцем, цинком и свинцом.

Растения, отобранные как в самом озере, так и на береговой полосе, также загрязнены тяжелыми металлами, причем лучшими аккумуляторами являются водные растения (табл. 3). Меньшему загрязнению подвержены кустарники. Установлено, что водная растительность поглощает металлы в следующей последовательности: Mn > Zn > Cd > Cu > Pb.

Определение остаточных количеств гербицидов в воде и илах оз. Балхаш показало на их повсеместное присутствие, причем наиболее

загрязнены участки, примыкающие к устьям рек (до 11...543 ПДК для воды и 440...670 ПДК для почв) (табл. 4). В большинстве случаев донные отложения содержат в 2...61 раз больше пропанида и в 2...3 раза больше сатурна, чем вода самого озера.

Таблица 4

Остаточные количества гербицидов в оз. Балхаш

Сатурн		Пропанид + 3,4 ДХА	
интервал изменчивости	среднее	интервал изменчивости	среднее
вода, мг/л			
0,015...0,248	0,072	0,0002...0,0011	0,003
донные отложения, мг/кг			
0,032...0,473	0,163	0...0,670	0,103

Многолетними (с 1954 г.) гидрохимическими наблюдениями водоемов Прибалхашья установлено, что в порядке возрастания средних концентраций (мг/дм³) биогенные элементы располагаются в ряд: фосфор (0,03), азот (0,46), железо (0,19), кремний (4,0), а микроэлементы (мг/дм³) – медь (0,012), цинк (0,041), марганец (0,050), фтор (0,082), йод (1,228), бор (3,633) [7, 10]. За последние 40...45 лет концентрация указанных компонентов возросла в 2...12 раз. Снижение концентрации величины отношения кремния к азоту (от 138 до 30) и кремния к фосфору (от 362 до 102) свидетельствует о наличии антропогенных составляющих азота и фосфора в речном стоке в озеро Балхаш.

Нами установлено, что все микроэлементы в супераквальных фациях ландшафта активно участвуют в биологическом круговороте веществ, коэффициенты их биологического поглощения растительностью большие и составляют 1...20. Медь и цинк довольно пассивные водные мигранты, а в Балхаше их очень много, в 8...22 раза превышают нормативы, предъявляемые к водоемам рыбохозяйственного значения. Это объясняется в основном техногенным загрязнением.

К источникам, обогащающим воду биогенными веществами, микроэлементами естественного и антропогенного происхождения можно отнести: сток основных рек, поверхностный сток с водосбора бассейна, промышленные, (ПО Балхашмыс, Балхашрыбпром) хозяйственные (теплоэлектроцентрали и др.) и сельскохозяйственные сточные воды, атмосферные осадки, эрозия берегов, донные отложения и внутриводоемные процессы. Так, по данным Казгидромета [6] сточными водами ПО «Балхашмыс» только в 1987 г. в оз. Балхаш поступило 0,347 т меди, 0,483 т свинца, 0,560 т молибдена, 0,579 т мышьяка. Примерно такое же количество за-

грязняющих неорганических и органических веществ поступают в воду озера и в последующие годы.

Сезонные и суточные колебания концентрации компонентов обусловлены физическими (разбавление и смешение в период половодья), физико-химическими (адсорбция ила и донными отложениями, соосаждение в результате выпадения в осадок и др.), гидробиологическими (фотосинтез, минерализация органических остатков) процессами, протекающими в экосистеме «вода – ил».

Автором настоящего сообщения рассчитаны так называемые коэффициенты загрязненности (КЗ) для оценки качества балхашской воды по формуле

$$KЗ = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N_{ijn}} \frac{\Delta_{ijn}}{ПДК_i};$$

$$\Delta_{ijn} = \begin{cases} C_{ijn} - ПДК_i, & \text{если } C_{ijn} > ПДК_i, \\ 0, & \text{если } C_{ijn} \leq ПДК_i, \end{cases}$$

где C_{ijn} – концентрация i -го показателя в j -ом створе при n -м измерении,

N_{ijn} – общее число измерений i -го показателя в j -ом створе за исследуемый период; N – общее число всех измерений; I и J – общее число показателей и створов. Расчеты по определению КЗ велись на основе собственных данных полевых и лабораторных исследований, а также результатов систематических наблюдений Казгидромета по всем показателям, превышающим предельно – допустимые концентрации: сульфаты, хлориды, магний, натрий, калий, аммоний, железо, фтор, медь, цинк, фенолы, нефтепродукты и БПК₅.

Установлено, что величина КЗ за последние 40 лет увеличилась в 2...3,5 раза, что говорит о двух – трехкратном антропогенном воздействии. По длине озера (от пресной части к соленой) наблюдается увеличение КЗ от 1,8 до 8,5. Это означает, что качество воды озера, соответственно, в 2,8...9,5 раз хуже нормативного.

Нами установлено, что если рассматривать показатели качества воды рек, питающих озеро Балхаш (Или, Каратал, Лепсы) по главным ионам, органическим, биогенным веществам и микроэлементам, то состав загряз-

нения ими примерно одинаковый. С учетом содержащихся в воде пестицидов коэффициенты загрязненности значительно увеличиваются. В настоящее время загрязнение речных вод ядохимикатами, попадающими с сельскохозяйственных угодий существеннее, чем промышленное. Аналогичное явление наблюдается и в водных объектах других регионов Казахстана [3]. На состав природных вод, протекание внутриводоемных процессов, смещение фазовых равновесий существенное влияние оказывает температурный режим водоемов и водотоков. К этому фактору относят изотермическое испарение вод, т.е. испарение при постоянной температуре (25 °С) в лабораторных условиях. В связи с этим предметом самостоятельного исследования являются работы по изучению распределения бора, брома, йода, кремния и калия при изотермическом испарении воды континентальных водоемов Казахстана (Балхаш, Алаколь, Прибалхашские озера).

Установлено, что перечисленные элементы при концентрировании раствора находятся в тесной зависимости от минерализации воды. Как и в морской воде, они накапливаются в крепких озерных растворах. Наиболее интенсивно этот процесс протекает на стадии кристаллизации хорошо растворимых солей. К концу испарения вблизи эвтоники их содержание увеличивается: бора – в 660; брома – 282; йода – 19; калия – 245; кремния – 15; фосфора – 620 раз. Однако при этом они не образуют самостоятельных солей.

Выявлено также, что при сгущении алакольской и балхашской воды все микроэлементы и калий увлекаются осадками, выпавшими в карбонатную стадию. Для более глубокого понимания этого процесса на искусственных растворах С.С. Крученко и С.М. Романовой изучено влияние различных факторов на соосаждение бора и калия с карбонатами кальция и магния, поскольку последние составляют основную долю химического состава илов оз. Балхаш и прибалхашских соляных озер. В результате проведенных лабораторных исследований установлено, что количество поглощенных бора и калия зависит от концентрации ионов в растворе и не зависит от количества осадка. Максимум поглощения достигается в разбавленных растворах с содержанием ионов калия до 5 моль в одном литре и бора до 0,8 моль в литре. В растворах хлорида калия на карбонате кальция поглощается до 18,9 % иона калия; карбоната калия – до 18,5; сульфата калия – до 15,4 % иона калия. Растворы солей калия, соприкасающиеся с карбонатом магния, ведут себя несколько иначе. Из растворов сульфата калия в осадок увлекается в два раза больше ионов калия, чем из растворов хлорида калия, в то время как в системе карбонат калия – карбонат

магния – вода эффект поглощения вообще отсутствует. Поглощение борат – ионов наблюдалось независимо от характера твердой фазы. Причем из растворов борной кислоты поглощение бора идет интенсивнее, чем из растворов тетрабората натрия. Твердая фаза, состоящая из карбонатов кальция и магния, больше поглощала бора, чем сульфата кальция [5, 9, 10].

Проводимые работы будут полезны при составлении характеристики экологического состояния водоемов, познания процессов самоочищения, уточнении элементов солевого баланса оз. Балхаш и прилегающих озер в современных условиях, а также для познания генезиса месторождений и рационального использования рассолов и соляных отложений континентального происхождения.

Для выяснения экологической обстановки и характеристики загрязнения тяжелыми металлами компонентов водных экосистем водохранилищ – охладителей Экибастузской ГРЭС -1 и 2, а также канала Ертыс – Караганда, вода которого питает данные водохранилища, были проведены многолетние исследования (1979...1993 гг.) на этих объектах [11 – 13]. Водохранилища – охладители представляют собой водоемы особого типа. Они предназначены в основном для охлаждения конденсатов паровых турбин ГРЭС. Топливом станции являются дешевые бурые угли, дающие большой процент золы, которая содержит меди – 11; цинка – 32; кадмия – 1; свинца – 10; хрома – 0,14 мг/кг, железа – 35; марганца – 1,12 г/кг. Поэтому отличительной чертой их является необычный термический режим, который накладывает отпечаток на все элементы экосистемы «вода – почва – растения – животный мир».

Главными источниками поступления тяжелых металлов, нефтепродуктов и других загрязняющих веществ в водохранилища – охладители являются:

1. вода канала Ертыс – Караганда, содержащая в среднем меди – 2,1; цинка – 9,7; марганца – 33,6; свинца – 2,4; кадмия – 1,8 мкг/л, нефтепродуктов – 0,16 мг/л;
2. донные отложения;
3. водосборный бассейн;
4. атмосферные осадки;
5. выбросы золы ГРЭС в атмосферу, которая рассеивается и оседает по всей акватории водоемов.

В воде водохранилищ – охладителей Экибастузских ГРЭС -1 и 2 концентрация меди, цинка, марганца, свинца, кадмия, нитратов подверже-

на внутри – и межгодовым колебаниям. Формирование состава загрязняющих веществ – процесс сложный, многогранный, зависящий от комплекса разнообразных факторов, связанных как с функционированием водных экосистем, так и с природными условиями водосбора. На него оказывают влияние многие абиотические, биологические и антропогенные факторы [14]. В природных условиях они действуют в сложной взаимосвязи и взаимозависимости, определяя трансформацию основных химических ингредиентов, интенсивность и направленность процесса круговорота веществ, превращение тепла и энергии в водных экосистемах.

За исследуемый период (1980...1993 гг.) концентрация меди в воде водохранилища – охладителя ЭГРЭС -1 колебалась в пределах 3...10, цинка 12...56, марганца 23...59, свинца 1,6...3,0, кадмия 0,20...0,36 мкг/дм³. В распределении тяжелых металлов по акватории водохранилища отмечена пространственная неоднородность. Придонные слои отличаются от поверхностных повышенным их содержанием. Хотя основным источником поступления тяжелых металлов в водохранилище является вода канала Ертыс – Караганда, но концентрации их в канале ниже, чем в водохранилище. Все это указывает на то, что водохранилище – охладитель более подвержено антропогенному воздействию.

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Большие количества их поступают в водоемы со сточными водами предприятий, хозяйственно-бытовыми водами. Некоторое количество углеводов поступают в воду в результате прижизненных и посмертных выделений растительными и животными организмами. Содержание нефтепродуктов по акватории водоема за весь период исследования колебалось в пределах 0,04...0,79 мг/дм³, превышая ПДК для рыбохозяйственных водоемов в 2...16 раз. Особенно загрязнены нефтепродуктами придонные слои водохранилища и места сброса теплой воды с ГРЭС.

Для оценки экологического состояния водных объектов большое значение имеет состояние донных отложений. Как показали исследования, главную роль здесь играют накопление загрязняющих веществ в донных отложениях и интенсивность взаимодействия последних с водной массой. Исследование донных отложений водохранилища – охладителя ЭГРЭС – 1 и 2 на содержание тяжелых металлов показало, что в основном они локализуются в черных илах и в меньшей степени в заиленных песках. За исследуемый период в донных отложениях среднее содержание меди со-

ставляло 38,7...55,5 мг/кг, цинка 110...114 мг/кг, кадмия 0,4...1 мг/кг, свинца 12,8...17,7 мг/кг, марганца 820...1100 мг/кг сырой массы. Доля металлов, накопленных илами водохранилища, значительна, поэтому при повышении температуры в летний период возможны процессы вторичного загрязнения водных масс токсикантами. Кроме того, в донных отложениях металлы концентрируются в количествах, приближающихся к уровням загрязнения донных отложений водоемов, расположенных в промышленных зонах, а концентрация особо опасного токсиканта свинца здесь в 4...5 раз выше, чем в донных отложениях водоемов промышленных зон. Содержание тяжелых металлов в почве, прилегающей к ГРЭС, показало, что их концентрации близки к таковым в донных отложениях.

Известно, что водные растения активно участвуют в процессах детоксикации воды от тяжелых металлов. Сотрудниками Института зоологии НАН РК (Брагин Б.И., Стуге Т.С.) и КазНУ (Г.В. Таранина) выявлено, что все макрофиты кумулируют тяжелые металлы, причем в большей степени рдесты, в меньшей – рогоз и тростник. По убывающей степени поглощения металлов для макрофитов, обитающих в водохранилище – охладителе, можно составить следующий ряд: Zn > Cu > Pb > Cd [12].

Исследование планктонных ракообразных и представителей донной фауны показало, что эти виды гидробионтов кумулируют тяжелые металлы во все сезоны года. Планктонные фильтраты содержали цинка 0,6...34,5; меди 0,9...15,7; кадмия следы – 1,6; свинца следы – 1,1 мг/кг.

Токсикологическая оценка загрязнения рыб (судак, лещ, плотва, щука, окунь) тяжелыми металлами свидетельствует о том, что мышечные ткани особей в той или иной мере содержали исследованную группу металлов: до 0,3 ПДК цинка, 0,1 ПДК меди, 5 ПДК кадмия, 0,4 ПДК свинца (согласно нормативам для рыбных продуктов).

Установлено, что средние концентрации тяжелых металлов в воде водохранилища ЭГРЭС–2 несколько ниже, чем у воды водохранилища ЭГРЭС–1, поскольку оно начало функционировать с осени 1988 г. Однако, следует отметить, что в донных отложениях и почвах береговой зоны водохранилища ЭГРЭС–2 идет накопление тяжелых металлов, которые служат дополнительным источником поступления их в воду.

Оценка токсикологической ситуации накопления тяжелых металлов и других загрязняющих веществ в воде, донных отложениях, почве и биоценозах Экибастузского топливно-энергетического комплекса говорит о том, что наблюдается загрязнение всех компонентов среды [8].

Таким образом, проведенные исследования подтверждают факт загрязнения тяжелыми металлами и другими веществами всех элементов экосистем Или-Балхашского и Ертыского бассейнов. На границе вода – дно устанавливается определенное динамическое равновесие, связанное в значительной мере с сорбционно-десорбционными процессами, приводящими в ряде случаев к возможности вторичного загрязнения водных масс, идущих на различные нужды народного хозяйства. Современное состояние качества воды водоемов и водотоков Казахстана и выявленные тенденции его дальнейшего развития свидетельствует о наличии серьезной угрозы необратимых изменений уникальных биоценозов и недопустимого ухудшения условий жизни населения Прибалхашья и Прииртышья в результате загрязнения водоемов тяжелыми металлами и другими токсикантами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беремжанов Б.А., Романова С.М., Крученко С.С., Токсеитов К.К. Физико – химическое исследование процессов солеобразования в воде некоторых водоемов Казахстана – В сб.: Физ. – хим. основы переработки минер. сырья РК, Алма – Ата, 1986. – С. 12-33.
2. Беремжанов Б.А., Ибрагимова М.А., Романова С.М. Формирование гидрохим. режима водохранилища – охладителя ЭГРЭС–1 – В сб: Гидрохим. мат, Л, 1986, т. 96, С. 142-154.
3. Богдашкина В.И., Петросян В.С. Экологические аспекты загрязнения водной среды нефтяными углеводородами, пестицидами и фенолами. – В кн.: Мат. 2 Всес. школы по экологической химии. Ереван, 1988. – С. 62-77.
4. Коротких А.Г., Ибрагимова М.А., Романова С.М. Диффузия солей из грунтов дна водохранилища – охладителя Экибастузской ГРЭС. – В сб. Гидрохим. материалы, Л:, 1988, т. С IV, С. 137-148.
5. Крученко С.С. Солеобразование, распределение микрокомпонентов в карбонатно-сульфатных системах и природных водах: Автореф. дис. канд. хим. наук. - Алматы, 1993. – 18 с.
6. Материалы наблюдений за загрязнением поверхностных вод Казахской ССР, 1987 г. // Гидрохимический бюллетень, Алма-Ата, 1988.
7. Нурахметов Н.Н., Романова С.М. и др. Экологические аспекты загрязнения токсичными веществами поверхностных вод Казахстана. В кн. Вестник КазГУ, сер. хим, №5-6, 1996. – С. 7-8.
8. Романова С.М., Таранина Г.В., Ибрагимова М.А., Беремжанов Б.А. Оценка качества воды водохранилища – охладителя ЭГРЭС – 1 в период эксплуатации. – Деп. рук. Каз НИИ НТИ, №1968, Алма – ата, 1987. – 9 с.

9. Романова С.М., Крученко С.С., Батаева К.О. Сорбция фосфора карбонатами кальция, магния и сульфатом кальция // Библ. указ. Каз. Гос. ИНТИ, № 4407, 1993.- 6 с.

10. Романова С.М., Крученко С.С., Батаева К.О. Распределение фосфора в воде оз. Балхаш и поглощение его некоторыми неорганическими солями // Материалы конф. «Наука и технология –93»:Шымкент, 1993.- 102 с.

11. Таранина Г.В., Кунанбаева Г.С., Брагин Б.И., Рига Н.В. Тяжелые материалы в экосистеме Экибастузского водохранилища – охладителя. – Тез. докл. Методология экологического нормирования. Харьков, 1992. 141 с.

12. Таранина Г.В., Стуге Т.С. Роль тяжелых металлов в усилении токсикологии в водоеме. – Изв. АН КазССР, сер. биолог. т. 3, 1988. С. 7-9.

13. Romanova S.M. Monitoring of pollution in water ecosystems of Kazakhstan. – Mat. of 33th Congress IUPAC, Budapest, 1991.

14. Rovinsky F.A., Wierama G.B. Procedures and methods for integrated Global Background monitoring of Environment pollution. WMO Technical Document №178, OF MS Information Series №5, August, 1987, 137 p.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СУ ЖҰЙЕЛЕРІНІҢ АУЫР МЕТАЛДАРМЕН ЖҰЕ БАСҚА ДАТОКСИКАНТТАРМЕН ЛАСТАНУЫНЫҢ ЭКОЛОГО – ХИМИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Геогр. ғылымд. канд. С.М. Романова

*Іле – Балхаш ж.,не Ертіс бассейндерінің су-ил-топырақ-
тісімдік экожүйесіндегі микроэлементтердің (мыс, мырыш,
марганец, жоржасын),бейметалдардың (фтор, бор, бром, иод),
биогенді элементтердің (азот, фосфор, кремний, темір), мінәй
тінімдері мен гербицидтердің динамикасы мен режимінің
қарқындылығын зерттеулерінің негіздері жарастырылған.
Олардың жалыптасуының негізгі факторлары ж.,не судың
химиялық құрамымен „рекеттесуі анықталған. Қарастырылған
компоненттер ландшафтының супераквальды фациясында
заттардың биологиялық айналымына белсенділігі айқындалды.
Орталық барлық компоненттерінің ластануы байқалды.*

УДК 656.555.8

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕР АЛАКОЛЬСКОЙ
ВПАДИНЫ***

Доктор геогр. наук	Н.А. Амиргалиев
Канд. геогр. наук	Т.Я. Лопарева
	Л.А. Гоголь
	Ш.Ч. Канагатова

В статье рассмотрена многолетняя динамика гидрохимических показателей озер Алакольской межгорной впадины. Выявлены основные природные и антропогенные факторы формирования гидрохимического режима и характерные особенности метаморфизации ионного состава вод озер в зависимости от изменения минерализации.

Озера Алакольской межгорной впадины среди водных объектов страны занимают особое место как своеобразный географический объект и источники обеспечения водой множества населенных пунктов и сельскохозяйственных объектов. Данная озерно-речная система имеет важное значение в рыбном хозяйстве. В 1965...1970 гг. уловы ценных промысловых рыб на озерах достигали 4,0...4,5 тыс. т в год [10]. За последнее десятилетие по ряду объективных и субъективных причин годовые объемы добычи рыбы снизились до 2,5...0,8 тыс. т. Богатейшие водно-болотные угодья с разнообразием водных и прибрежных растений являются местом обитания и размножения многих реликтовых видов птиц.

Географические и гидролого-гидрохимические аспекты озер Алакольской впадины изучались эпизодически. Более подробные научные данные получены в 1960...1965 гг. Они освещены на страницах сборников [1, 6]. В этих и некоторых других изданиях были опубликованы сведения о гидрохимическом режиме озер [4, 8, 9, 14].

Начиная с 1967 г. в течение многих лет с некоторыми перерывами КазНИИ рыбного хозяйства (ныне Научно-производственный центр рыбного хозяйства Минсельхоза РК) проводил на этой системе значительные по

* По вине редакции в статье авторов в журнале №4 2003 г. не были опубликованы табличные материалы. Редакция приносит свои извинения и перепечатывает статью в полном объеме.

масштабу гидрохимические и токсикологические исследования. По 1987 год изучался в основном гидрохимический режим озер. В 1987...1993 гг. наряду с гидрохимическими выполнены довольно обширные токсикологические исследования, которые нашли свое продолжение с 2002 г. Однако, результаты этих многолетних исследований в силу ряда причин практически не опубликованы, за исключением единичных сведений, относящихся к начальным годам указанного периода исследований [3, 5, 17, 18].

Как показали исследования, за прошедший многолетний период происходят существенные гидроэкологические изменения в функционировании озер данной системы. В зависимости от ряда природных и антропогенных факторов колеблется их уровеньный режим. На гидрологический режим водоемов и водотоков, а также на их экотоксикологическое состояние, оказывает влияние интенсивность сельскохозяйственного освоения прилегающей территории с использованием различных удобрений и ядохимикатов. Регистрируются некоторые изменения в биоэкологических параметрах озер как среды обитания ценных промысловых рыб и других гидробионтов. Эти и некоторые другие обстоятельства определяют необходимость анализа и обобщения накопленных многолетних сведений по гидрохимическому режиму и токсикологическим параметрам водной экосистемы озер. Целесообразность публикации имеющейся научной информации вызвана и тем обстоятельством, что за ряд лет на водоемах данной системы отсутствуют режимные наблюдения сети Казгидромета.

Краткая характеристика водоемов и факторы, влияющие на их режим

Морфометрические параметры озер весьма динамичны в зависимости от их уровня, водности впадающих рек, количества зимних осадков и т.д. В разных литературных источниках эти показатели водоемов характеризуются разными значениями, в табл. 1 приведены данные П.П. Филонца [18] по состоянию 1962 г.

Таблица 1

Морфометрические показатели Алакольских озер

Озеро	Площадь зеркала воды, км ²	Объем воды, км ³	Глубина, м	
			средняя	максимальная
Алаколь	2650,0	58,56	22,1	54,0
Сасыкколь	736,7	2,43	3,3	4,7
Кошкарколь	120,0	0,49	4,1	5,8

Эти три основные озера соединены между собой протоками. Сасыкколь и Кошкарколь – проточные озера, из первого во второе вода по-

ступает по р. Жинишкесу, а из Кошкарколя вода через сеть небольших озер и водотоков поступает в устье р. Урджар, впадающей в оз. Алаколь. Озера принимают стоки множества рек и временных водотоков (рис. 1). В озеро Сасыкколь с юга впадает р. Тентек, а с севера р. Каракол, приносящая свои воды в многоводные годы. В Алаколь впадают реки Урджар, Хатынсу, Эмель, Жаманты, а также целый ряд временных водотоков. В многоводные годы оз. Алаколь получает воду непосредственно из р. Тентек. Таким образом, это самое крупное в системе озеро, расположенное в наиболее низкой части впадины, аккумулирует воды не только собственных притоков, но и воды из других озер данной группы [12]. По имеющимся сведениям, водотоки, питающие эти водоемы, различны по химическому составу вод и они существенно оказывают влияние на гидрохимию озер.



Рис. 1. Схема Алакольской системы озер.

Отличительной особенностью данной системы озер является наличие болот и заболоченных территорий. Общая их площадь составляет ориентировочно 96,3 тыс. га [18]. Глубина болот от 0,3 до 1,3 м, в них аккумулирован большой объем речных и озерных вод, т.е. воды большинства рек в озера попадают через эти болота, покрытые зарослями тростника. Таким образом, влияние заболоченной придачной системы на гидрохимический режим озер существенно.

Бассейны Алакольских озер и впадающих рек являются территорией активного земледелия. Об этом свидетельствует характер распределения водных ресурсов в данном бассейне по отраслям экономики (табл. 2).

Как следует из данных табл. 2, основная масса воды, забираемая из естественных водных источников бассейна, идет на орошение. Причем объем расходованных на орошение вод в 2000 г. вырос по сравнению с 1990 г., на 5 %.

Таблица 2

Доля орошаемого земледелия в общем водопотреблении в бассейне Алакольской системы [12]

Год	Водозабор из источников			Водопотребление экономики		
	всего, млн м ³	в т.ч. на орошение		всего, млн м ³	в т.ч. на орошение	
		млн м ³	%		млн м ³	%
1990	359	304	84,6	352	298	84,6
2000	105	94	89,5	85	76	89,4

В бассейне этих озер для целей орошения создана сеть оросительных, осушительно-дренажных и коллекторно-сбросных каналов. Общее их количество более десяти. Интенсивный забор воды из рек и других источников и коллекторно-дренажные стоки из орошаемых массивов оказывают существенное влияние на гидрохимический режим и качество воды в озерах и реках данного бассейна, о чем более подробно будет сказано ниже.

Одним из значительных факторов, влияющих на гидрохимический режим водоемов, являются климатические особенности территории. Расположение впадины в глубине Евразийского материка определяет резкую континентальность и засушливость климата. Зимний период продолжителен с морозами, достигающими 48...51 °С, лето засушливое с дневными температурами воздуха порядка 40...42 °С [15]. О засушливости территории свидетельствует невысокое количество среднегодовых значений осадков в пределах 165...521 мм и большое испарение 933мм с поверхности озер [16]. Для территории Алакольской впадины характерны сильные ветры «Эби» и «Сайкан». Число дней с ветрами, имеющими скорость > 15 м/сек колеблется в пределах 19...75. Таким образом, континентальность климата, почти постоянное ветровое перемешивание водных масс озер и др. особенности территории оказывают воздействие на гидродинамические, биологические и продукционно-деструкционные процессы в озерах. Все это, в конечном счете, влияет на формирование гидрохимического и экотоксикологического состояния озер.

Наиболее определяющим фактором гидрохимического режима изучаемых озер, естественно, является их уровенный режим. В полной за-

висимости от этого показателя формируется режим минерализации воды и ее составляющих. От уровня осолонения и динамики минеральных солей, особенно в солоноватом бессточном озере Алаколь, зависят биоэкологическое состояние водной флоры и фауны, а также уровень биологической продуктивности и направление, интенсивность процессов садки солей.

Согласно данным В.И. Коровина и Р.Д. Курдина [7], до 1948 г. достоверных сведений об уровненом режиме оз. Алаколь нет. В 1949...1963 гг. уровень озера непрерывно поднимался: с 1949 по 1956 г. в среднем на 26 см в год, с 1958 по 1961 г. – подъем был интенсивным в среднем по 70 см в год. В 1962 г. подъем замедлился до 7 см, а в 1963 г. произошло снижение уровня на 5 см, по сравнению с 1962 г. В целом 1949...1961 гг. уровень оз. Алаколь повысился на 4 м, составив в среднем 11,66 м при отметке нуля графика 335,72 м БС, т.е. 347,38 м БС.

Углубленный анализ уровненого режима озер, естественно, не входит в задачу данной работы. Однако, характеристика многолетней динамики химического состава озерных вод затруднена без увязки с водным, в частности с уровненым режимом водоемов. Поэтому ниже, на рис.2 представлена динамика уровненого режима озер данной системы по собранным нами сведениям из разных источников [11, 13] в основном за те же периоды, в которые нами проводились гидрохимические и токсикологические исследования.

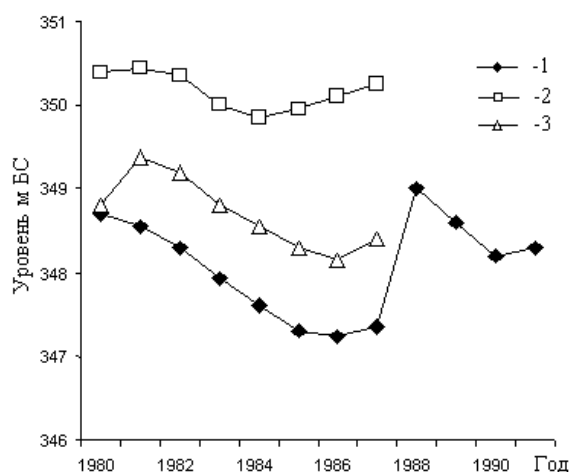


Рис. 2. Ход среднегодового уровня воды в озерах Алакольской системы. 1 – Алаколь, 2 – Сасыкколь, 3 – Кошкарколь.

Как видно на рис. 2, более сходен ход среднегодовых уровней для озер Алаколь и Кошкарколь. Сначала 80-ых годов вплоть до 1986 г. в них

наблюдалось непрерывное падение уровня. В Сасыкколе после минимума в 1984 г. уровень постепенно повышался. Наиболее высокий уровень в оз. Алаколь зарегистрирован в 1988 г. и в последующие годы уровень воды в нем остался на достаточно высоких отметках. Согласно отчетным данным [16], 1993 год в озерах также был многоводным и сток р. Тентек у села Тункуруз составил 2 км³. Также отмечено, что после 17-летнего перерыва (1970...1986 гг.) такое высокое половодье на р. Тентек наблюдалось четыре раза – в 1987, 1988, 1990 и 1993 гг.

За последний десятилетний период нам не удалось встретить каких-либо достоверных сведений об уровненом режиме озер. Имеется лишь визуальная оценка того, что в 2002 и 2003 гг. наблюдается подъем уровня воды в озерах.

Гидрохимический режим озер

Озеро Сасыкколь является наиболее пресным и проточным водоемом в данной озерной системе. Оно получает основную массу стока р. Тентек и этот фактор является определяющим в формировании его гидрохимического режима.

Вода озера характеризуется слабощелочной реакцией, значения рН воды за ряд лет наблюдений изменялись в интервале от 7,03 до 8,30 (табл. 3). Содержание кислорода в вегетационный период колеблется в основном от 7,64 до 11,25 мг/дм³, средние значения в отдельные годы составили от 7,45 до 9,3 мг/дм³. В воде более заболоченных прибрежных акватории концентрация его иногда снижается до 5,32...6,45 мг/дм³.

Перманганатная окисляемость по акваториям озера колеблется в целом незначительно. Средние ее величины составили в 1987...1993 гг. 8,0...11,6 мгО/дм³, а максимальные достигали 12,3...13,1 мгО/дм³. Сопоставление этих значений с ранее полученными данными показывает постепенный рост концентрации органических веществ в озерной воде в течение многолетнего периода. В 1967...1968 гг. величина этого показателя составила 4,5...6,0 мгО/дм³ в среднем 4,7 мгО/дм³ [5]. При исследовании в 1981...1982 гг. [22] перманганатная окисляемость была зарегистрирована уже на уровне 7,5...10,0 мгО/дм³.

Тенденция роста концентрации за многолетний период характерна и для биогенных элементов. По исследованиям 1967...1968 гг., содержание аммонийного азота и фосфора отмечалось на уровне 0,02 и 0,005 мг/дм³ соответственно, а нитриты в воде не были обнаружены.

Химический состав воды оз. Сасыкколь (пределы/среднее)

Компоненты	Единицы измерения	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.		1992 г.	1993 г.	2002 г.
					весна	осень			
pH		<u>8,03...8,20</u> 8,17	<u>7,03...8,30</u> 8,0	8,03	<u>8,03...8,20</u> 8,17	<u>8,20...8,30</u> 8,23	<u>8,20...8,30</u> 8,25	8,2	-
O ₂	мг/дм ³	<u>7,92...10,09</u> 9,3	<u>6,45...10,93</u> 8,84	10,41	<u>7,64...11,25</u> 9,9	-	<u>5,32...8,44</u> 7,45	<u>8,4...10,3</u> 9,3	-
Окисл. перманг.	мгО/дм ³	<u>7,2...12,8</u> 9,5	<u>7,3...9,4</u> 8,01	10,4	<u>9,6...11,8</u> 10,4	<u>10,4...13,1</u> 11,6	<u>5,3...12,3</u> 9,6	<u>6,8...9,9</u> 8,3	-
NH ₄	мг/дм ³	<u>0,09...0,19</u> 0,13	<u>0,06...0,14</u> 0,09	0,06	<u>0,06...0,20</u> 0,12	<u>0,03...0,26</u> 0,15	<u>0,06...0,12</u> 0,08	<u>0,07...0,28</u> 0,14	-
NO ₂	-«-	<u>0,002...0,005</u> 0,003	<u>0,003...0,016</u> 0,006	0,008	<u>0,005...0,012</u> 0,008	<u>0,002...0,005</u> 0,003	<u>0,002...0,100</u> 0,019	<u>0,001...0,004</u> 0,002	-
NO ₃	-«-	<u>0,03...0,08</u> 0,04	<u>0,25...1,77</u> 0,74	0,17	<u>0,25...0,43</u> 0,33	<u>0,36...0,97</u> 0,61	<u>0,58...2,24</u> 1,03	<u>0,40...2,38</u> 1,01	-
PO ₄	-«-	<u>0,008...0,014</u> 0,011	<u>0,008...0,011</u> 0,009	0,014	<u>0,007...0,010</u> 0,008	<u>0,007...0,012</u> 0,010	<u>0,003...0,006</u> 0,005	<u>0,002...0,004</u> 0,003	-
Ca	-«-	<u>8,0...19,2</u> 14,1	<u>32,1...40,1</u> 37,0	39,0	<u>24,0...40,1</u> 34,4	<u>35,7...40,1</u> 37,7	<u>27,2...43,3</u> 35,2	<u>29,7...51,3</u> 38,5	<u>44,7...57,6</u> 51,1
Mg	-«-	<u>23,3...27,5</u> 31,8	<u>10,2...26,5</u> 18,6	24,1	<u>15,1...33,1</u> 24,5	<u>21,6...27,0</u> 24,6	<u>16,1...24,3</u> 20,8	<u>26,2...34,0</u> 30,1	<u>26,2...34,0</u> 30,1
Na+K	-«-	<u>36,5...80,9</u> 66,7	<u>43,2...99,2</u> 76,5	61,6	<u>49,2...70,0</u> 62,7	<u>63,0...73,2</u> 68,8	<u>65,0...84,2</u> 80,3	<u>67,0...110</u> 84,2	<u>61,8...63,5</u> 62,6

Компоненты	Единицы измерения	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.		1992 г.	1993 г.	2002 г.
					весна	осень			
HCO ₃	-«-	<u>181...244</u> 225	<u>177...268</u> 224	225	<u>173...232</u> 212	<u>222...227</u> 224	<u>239...256</u> 250	<u>201...244</u> 226	217,8
SO ₄	-«-	<u>43,2...114</u> 87,8	<u>38,4...96,0</u> 69,6	81,2	<u>87,0...94,1</u> 91,7	<u>85,6...96,0</u> 90,8	<u>74,9...100</u> 83,7	<u>86,4...144</u> 111	<u>116...129</u> 123
Cl	-«-	<u>25,2...69,9</u> 49,9	<u>22,3...58,6</u> 42,9	36,1	<u>20,2...38,4</u> 30,4	<u>42,7...44,5</u> 43,5	<u>45...51</u> 48	<u>27,4...47,9</u> 35,1	<u>46,8...53,2</u> 50,0
Сумма ионов	-«-	<u>323...539</u> 476	<u>326...583</u> 473	467	<u>393...494</u> 456	<u>481...500</u> 490	<u>469...559</u> 512	<u>452...595</u> 516	<u>528...540</u> 534

Таблица 4

Химический состав воды оз. Кошкарколь (пределы/среднее)

Компоненты	Единицы измерения	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990г.	1992 г.	1993 г.	2003 г.
pH		8,38	<u>8,25..8,35</u>	<u>8,05..8,25</u>	<u>8,25..8,30</u>	<u>8,30..8,40</u>	<u>6,01-8,20</u>	-
O ₂	мг/дм ³	<u>9,01..9,47</u>	<u>7,3..9,6</u>	9,72	<u>7,88..9,12</u>	<u>7,4..9,0</u>	<u>6,92-9,33</u>	-
		9,24	8,6		8,45	8,5	8,75	
Окисл. перманг.	мгО/дм ³	<u>10,9..13,4</u>	<u>11,7..25,0</u>	<u>9,9..10,6</u>	<u>12,1..13,2</u>	<u>9,7..11,7</u>	<u>15,3-23,7</u>	-
		12,5	16,7	10,3	12,7	11	18,8	
NH ₄	мг/дм ³	<u>0,08..0,13</u>	<u>0,06..0,11</u>	<u>0,05..0,15</u>	<u>0,02..0,06</u>	<u>0,06</u>	<u>0,02-0,13</u>	-
NO ₂	-«-	0,1	0,08	0,1	0,04	0,06	0,04	
		<u>0,003..0,006</u>	<u>0,006..0,090</u>	<u>0,001..0,004</u>	<u>0,002..0,007</u>	<u>0,20..0,30</u>	<u>0,005-0,019</u>	-
NO ₃	-«-	0,004	0,034	0,003	0,008	0,24	0,008	
		<u>0,04..0,05</u>	<u>0..0,90</u>	<u>0,23..0,45</u>	<u>0,34..1,04</u>	<u>0,002..0,003</u>	<u>0,59-1,00</u>	-
PO ₄	-«-	0,05	0,59	0,34	0,6	0,002	0,71	
		<u>0,010..0,013</u>	<u>0,010..0,020</u>	<u>0,014..0,018</u>	<u>0,007..0,03</u>	<u>0,007..0,014</u>	<u>0,004-0,011</u>	-
Ca	-«-	0,011	0,016	0,016	0,013	0,01	0,006	
		<u>32,1..47,1</u>	<u>28,8..34,7</u>	<u>30,5..31,6</u>	<u>29,7..36,9</u>	<u>28,9..35,1</u>	<u>18,4..47,3</u>	<u>29,8..52,9</u>
Mg	-«-	39,8	32,1	31,0	34,0	32,4	34,8	44,5
		<u>51,3..59,3</u>	<u>51,9..64,7</u>	<u>58,9..62,1</u>	<u>55,4..60,3</u>	<u>55,6..62,3</u>	<u>28,7..55,0</u>	<u>22,1..55,9</u>
		54,4	58,9	60,5	58	59,3	39,5	35,4

Компоненты	Единицы измерения	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990г.	1992 г.	1993 г.	2003 г.
Na+K	-«-	<u>355...361</u> 358	<u>271...332</u> 300	<u>237,0...238,0</u> 237,5	<u>232...256</u> 245	<u>227...255</u> 247	<u>71...226</u> 188	<u>30,2...136,3</u> 67,0
HCO ₃	-«-	<u>515...518</u> 517	<u>439...482</u> 457	<u>415...426</u> 421	<u>412...429</u> 422	<u>417...444</u> 429	<u>281...390</u> 362	<u>221,8...299,4</u> 245,2
SO ₄	-«-	<u>380...384</u> 381	<u>261...292</u> 177	<u>254...261</u> 257	<u>246...266</u> 256	<u>217...246</u> 237	<u>58...221</u> 189	<u>54,6...158,2</u> 93,7
Cl	-«-	<u>216...220</u> 218	<u>170...202</u> 183	<u>129...138</u> 134	<u>119...163</u> 140	<u>152...159</u> 156	<u>26...124</u> 99	<u>37,8...118,2</u> 65,4
Сумма ионов	-«-	<u>1565...1580</u> 1568	<u>1255...1397</u> 1308	<u>1132...1148</u> 1140	<u>1124...1184</u> 1156	<u>1104...1192</u> 1160	<u>470-1039</u> 892	<u>435...798</u> 551

Таблица 5

Химический состав воды оз. Алаколь (пределы/среднее)

Компоненты	Единицы измерения	1988 г.	1989 г.	1990 г.	2002 г.	2003 г.
pH		7,7	7,7	<u>8,1...8,7</u> 8,3	-	-
O ₂	мг/дм ³	-	8,1	<u>8,9...14,6</u> 12,4	-	-
Окисл. перманг.	мгО/дм ³	<u>10,1...26,0</u> 18,4	10,7	<u>8,4...12,9</u> 10,6	-	-
NH ₄	мг/дм ³	<u>0,03...1,04</u> 0,54	0,09	<u>0,08...0,28</u> 0,18	-	-
NO ₂	-«-	<u>0,003...0,035</u> 0,019	0,003	<u>0,004...0,023</u> 0,012	-	-
NO ₃	-«-	<u>0...2,30</u> 1,15	2,10	<u>0,86...2,84</u> 1,39	-	-
PO ₄	-«-	<u>0,008...0,296</u> 0,152	0,008	<u>0,006...0,098</u> 0,051	-	-
Ca	-«-	<u>16,0...44,1</u> 30,0	16	<u>20,0...177</u> 72	<u>4,8...34,2</u> 15,5	<u>3,3...44,6</u> 7,6
Mg	-«-	<u>158...244</u> 201	244	<u>249...359</u> 303	<u>184,5...332,5</u> 309	<u>148...332</u> 281

Компоненты	Единицы измерения	1988 г.	1989 г.	1990 г.	2002 г.	2003 г
Na+K	-«-	<u>1430...1702</u> 1566	1430	<u>1882...2246</u> 2044	<u>1212...2335</u> 2136	<u>964...2435</u> 2064
HCO ₃	-«-	<u>866...1049</u> 958	1049	<u>989...1110</u> 1069	<u>621...1065</u> 983	<u>565...1073</u> 919
SO ₄	-«-	<u>1152...1810</u> 1481	1152	<u>2120...2920</u> 2509	<u>1698...3153</u> 2857	<u>1255...3219</u> 2726
Cl	-«-	<u>1113...1311</u> 1212	1311	<u>1276...1420</u> 1324	<u>703,6...1388</u> 1277	<u>567...1395</u> 1216
Сумма ионов	-«-	<u>5202...5693</u> 5448	5202	<u>6460...7730</u> 7130	<u>4453...8302</u> 7578	<u>3512...8516</u> 7214

Примечание: в 2002 и 2003 гг. пробы воды на озерах отбирали с/с НПЦ РХ Р. Аветисян и В. Скакун.

В 1981...1982 гг. концентрация их выросла на порядок, составляя соответственно 0,30 и 0,010...0,023 мг/дм³. Аналогичные повышенные концентрации этих соединений отмечались и в последующие годы (см. табл. 3). Данные за последнее десятилетие свидетельствуют о постоянном присутствии в озерной воде нитритов и рост концентрации нитратов до 2,24...2,38 мг/дм³.

Главной причиной увеличения концентрации в озерной воде соединений азота и фосфора является поступление их в составе возвратных вод из орошаемых массивов. Существенный рост количества органических веществ в воде обусловлен в свою очередь усилением биопродукционных процессов в озере под влиянием повышенных концентрации биогенных соединений. Это привело, по отчетным данным А.С. Фокиной, к увеличению биомассы фитопланктона, т.е. к развитию первичных звеньев пищевой цепи. А при достатке пищи массовое развитие в озере получили ветвистые рачки, что в итоге привело к повышению биомассы зоопланктона [19].

Минерализация воды оз. Сасыкколь подвергается значительным колебаниям как по сезонам, так и на отдельных участках его акватории. В 1987...1988 гг. минимальные значения минерализации воды составляли 323...326 мг/дм³. В последующие годы она несколько повысилась, однако максимальные величины за все эти годы были близки между собой. В целом в многолетнем аспекте минерализация воды в озере остается относительно стабильной: в 1962...1963 гг. она изменялась в пределах 256...511 мг/дм³ [8], летом 1967...1968 гг. в среднем 390 мг/дм³ [5], в 1972...1974 гг. – от 365 до 540 мг/дм³ [17]. По ионному составу вода принадлежит к гидрокарбонатному классу, при сравнительно низких значениях минерализации среди катионов преобладает кальций, а с ее повышением состав воды соответствует индексам C_1^{Ca} Mg и C_1^{Na} .

Озеро Кошкарколь занимает промежуточное положение в данной системе озер по месту расположения, степени проточности и по минерализации воды. Сведения о химическом составе воды за рассматриваемый период представлены в табл. 4.

Значения рН в воде оз. Кошкарколь более равномерны по акватории, сезонам года и несколько выше, чем в воде оз. Сасыкколь. Вода так-

же отличается оптимальным для водных животных уровнем кислорода, со средними значениями концентрации от 8,5 до 9,2 мг/дм³. Перманганатная окисляемость характеризуется повышенными значениями, достигающими в единичных случаях 23,7...25,0 мгО/дм³. Наиболее высокая величина ее характерна для юго-западного побережья озера, куда поступают воды из заболоченной придаточной системы, принимающей в свою очередь и возвратные воды с полей орошения. В основной акватории озера интервал колебания окисляемости воды составляет от 9,9 до 13,4 мгО/дм³. Согласно исследованиям 1967...1968 гг., осенью и зимой окисляемость озерной воды различна на уровне 9,8...15,1 и 7,7...9,6 мгО/дм³ соответственно [3].

Концентрация аммонийного азота в целом невысока (см. табл.4). Такие же значения зарегистрированы в 1967...1968 гг. Однако исследования в 1987...1993 гг. указывают на существенное накопление в озерной воде нитритного азота, концентрация которого в отдельные годы достигала 0,090...0,300 мг/дм³. В 1967...1968 гг. нитриты в озерной воде практически отсутствовали, отмечаясь лишь в единичных случаях в количестве 0,001...0,002 мг/дм³. И это обстоятельство можно объяснить поступлением в водоем азотных удобрений в составе возвратных вод. Нитраты присутствуют в озерной воде повсеместно с максимальной концентрацией до 1,04 мг/дм³, что несколько ниже, чем в воде оз. Сасыкколь. Наиболее повышенные концентрации фосфора в воде зарегистрированы в 1987...1990 гг., а в последующие годы они несколько снизились. Такой межгодовой режим характерен и для оз. Сасыкколь (см. табл.3). Это, очевидно, результат некоторого сокращения количества используемых минеральных удобрений на прилегающей территории в связи с частичной переориентацией в 1992...1993 гг. сельскохозяйственного производства, о чем было упомянуто выше.

Анализ имеющей информации свидетельствует о большой межгодовой изменчивости минерализации воды оз. Кошкарколь, зависящий, очевидно, от состояния гидрологического режима т.е. от уровня воды, водообмена и т.д. Так, в маловодные 1962 и 1963 гг.[7] сумма ионов зимой и летом составила соответственно 1875 и 1018 мг/дм³ [8], в октябре 1967 г. и феврале 1968 г. минерализация воды изменялась в пределах 1152...1260 мг/дм³ [17] и 1347...1469 мг/дм³ соответственно [3], в 1972...1974 гг. она изменялась в интервале 754...1095 мг/дм³ [8]. За рассматриваемые в табл. 4 годы максимум минерализации зарегистрирован в 1987 г., а начиная с 1988 г. по 1993 г., когда наблюдался многоводный период для данной системы озер (см. рис.2), в целом она снижалась после некоторой стабилизации в

1989...1992 гг. В мае и июне 2003 г. отмечалась самая минимальная минерализация воды за все годы наблюдения – 551 мг/дм³ в среднем по всей акватории озера. При этом наиболее низкие ее значения зарегистрированы в южной и юго-западной оконечности озера.

Это опреснение также можно объяснить увеличением водности рек и усилением перетока в Кошкарколь более опресненных вод из оз. Сасыкколь. По ионному составу вода озера при любой величине ее минерализации принадлежит гидрокарбонатному классу кальциевой иногда смешанной группы.

Озеро Алаколь - крупный и глубоководный водоем и поэтому натурное его исследование связано с определенными техническими трудностями, в частности, отсутствием соответствующих плавсредств. Вследствие этого имеющиеся научные сведения весьма отрывочные, особенно по центральной глубоководной части водоема.

В озерной воде значения рН находится в области слабощелочной реакции от 7,7 до 8,7 (табл. 5). По литературным данным [8], величина этого показателя в 1962...1963 г. колебалась в интервале от 7,6 до 9,1. Насыщение воды кислородом характеризуется достаточно высокими значениями до 14,6 мг/дм³. В 1962...1963 гг. содержание его отмечалось от 7,3 до 15,6 мг/дм³, причем наиболее высокие значения зарегистрированы зимой [8]. Опубликованных сведений по режиму биогенных и органических веществ практически нет. Согласно полученным нами данным, окисляемость воды открытой части озера составляет от 8,4 до 12,9 мгО/дм³, а в более заболоченной южной оконечности она достигала 26, мгО/дм³. Концентрация соединений азотной группы и фосфора в воде данного озера несколько выше, чем в воде Сасыкколя и Кошкарколя. Это, очевидно, обусловлено накоплением этих соединений за счет их поступления с речным стоком, из расположенных выше озер, а также из заболоченных приточных систем, через которые в него впадают реки Урджар, Хатынсу, Эмель и др. Кроме того, в данном водоеме с достаточно высокой минерализацией воды слабо развит фитопланктон, следовательно, недостаточно полно осваиваются биогенные вещества. Согласно данным А.С. Фокиной [17], средняя биомасса фитопланктона составляет для Сасыкколя 4,0 мг/дм³, Кошкарколя – 2,8 мг/дм³, а для Алаколя – 0,9 мг/дм³.

Максимальная минерализация воды за ряд последних лет зарегистрирована на уровне 8302...8516 мг/дм³. Аналогичные величины данного показателя отмечены в 1972...1974 гг. [17]. На участках, подверженных влиянию речных вод, естественно, минерализация снижается. Наиболее высокие значения минерализа-

ции воды 9200...9950 мг/дм³ зарегистрированы в 1954...1962 гг. в центральной части акватории озера [8, 9, 14]. Анализ имеющихся литературных сведений в целом свидетельствует о том, что в последнее десятилетие минерализация воды остается стабильной и значения ее в целом по водоему ниже, чем в 1958...1960 гг.

Такой режим может быть обусловлен увеличением водности впадающих рек и некоторым ростом поступления сравнительно маломинерализованных вод из оз. Кошкарколь, подверженного в последние годы значительному опреснению. В течение вегетационного периода минерализация воды повышается незначительно. Состав воды при любых значениях минерализации сульфатно-натриевый, второго типа.

Озеро Жаланашколь гидрохимическому исследованию подвергалось редко. Оно питается преимущественно грунтовыми водами, что обуславливает повышенную минерализацию воды. Имеющиеся литературные данные свидетельствуют о большой изменчивости минерализации озерной воды в разные годы. В 1955...1959 гг. минерализация понизилась с 4,9 г/дм³ до 3,2 г/дм³ [4], в 1962...1963 гг. она была в интервале от 1688 до 2096 мг/дм³ [8]. Согласно нашим исследованиям, средняя минерализация воды за вегетационный период 1989 составила 2346 мг/дм³. Вода при этом характеризовалась повышенной окисляемостью: перманганатная – 21,8 мгО/дм³, бихроматная - 115 мгО/дм³. Концентрация соединений азота невысока, а фосфора до 0,014 мг/дм³.

В 2002 г. на озере были отобраны 3 пробы воды. Результаты выполненных нами анализов показали достаточно равномерное распределение минерализации по его акватории. Значения ее изменялись в интервале от 2536 до 2712 мг/дм³. Состав воды сульфатно - натриевый и она принадлежит первому классу, что свидетельствует о несколько большем содержании гидрокарбонатов (в %-экв.), по сравнению с водой оз. Алаколь.

Озера Алакольской впадины различны не только по степени минерализации воды, но и по ионному ее составу и соотношению солеобразующих компонентов. Причем соотношение ионов меняется в зависимости от изменения минерализации воды. На рис.3 достаточно ясно иллюстрированы генетические особенности состава вод отдельных озер и характер его изменений за многолетний период наблюдений. Так, фигуративные точки анионного состава воды оз. Сасыкколь при ее минерализации от 452...590 мг/дм³ сосредоточены в основном в гидрокарбонатном треугольнике, а точки катионного состава в смешанном треугольнике с переходом в натриевый. Наиболее изменчиво соотношение ионов в воде оз. Кошкарколь. При мине-

рализации воды в пределах 428...465 мг/дм³ точки анионного состава располагаются в гидрокарбонатном треугольнике, а при ее росте до 700...8000мг/дм³ – эти точки приближаются к границе центрального треугольника, в пределах которого вода характеризуется смешанным анионным составом. Более существенные изменения происходят в катионном составе. Концентрация щелочных металлов возрастает с 10...12 %-экв. До 23...24 %-экв., до 7...9 %-экв., уменьшается кальций, индекс воды переходит от C_{II}^{Ca} через C_{II}^{CaMg} в C_{II}^{MgNa} . Дальнейший рост минерализации до 1435...1470 мг/дм³ приводит к формированию воды смешанного анионного состава, а в катионном составе происходит рост щелочных металлов с 23...24 %-экв. До 30...33 %-экв. и снижение эквивалентной концентрации магния до 15...12 %-экв., кальций остается без изменений (6...7 %-экв.). Ионный состав воды приобретает индекс CS_{II}^{NaMg} .

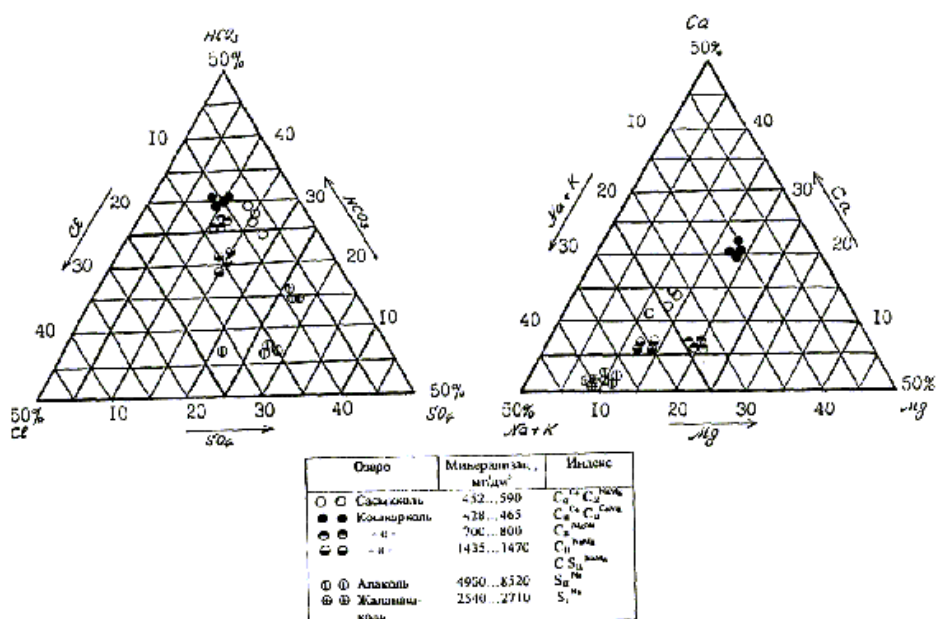


Рис. 3. Ионный состав вод (%-экв) отдельных озер и особенности его изменения в зависимости от минерализации.

На рисунке видна генетическая близость состава вод озер Алаколь и Жаланашколь. Точки анионного состава их воды находятся в пределах сульфатного треугольника, а фигуративные точки катионного состава очень компактно располагаются в треугольнике щелочных металлов. На данных точках треугольника соотношение катионов в воде характеризуется для обоих озер резким преобладанием щелочных металлов (37...40% экв), око-

ло 10 %- экв - магния, а содержание кальция незначительно - 1...3 %- экв. Ионный состав воды, соответствует индексам S_{II}^{Na} для оз. Алаколь и S_I^{Na} – для оз. Жаланашколь.

В заключение отметим, что водоемы Алакольской впадины представляют собой сложную гидроэкологическую систему, где представлены различные по морфометрическим параметрам озера, обширные заболоченные массивы, множество рек и временных водотоков, ключей, а также оросительно-осушительные каналы и коллекторно-дренажная сеть, транспортирующая в озера загрязненные сельскохозяйственные стоки. Все это обуславливает формирование в озерах исключительно разнообразных по химическому составу вод. Ограниченность материала не позволяет пока углубленно анализировать ряд важнейших аспектов гидрохимии этой сложной водной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алакольская впадина и ее озера.- Алматы.: Наука, 1965. - 309с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии.- Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 442с.
3. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н. К характеристике химического состава воды озера Кошкарколь Алакольской системы озер // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана их использование.- Алма-Ата, 1972. - С.132-136.
4. Беремжанов Б.А., Снегирева Н.Е. Химическая характеристика озера и рек Алакольской впадины // Химия и химическая технология.- Алма-Ата, 1964. - С.38-44.
5. Григорьева Э.Н., Амиргалиев Н.А. Основные черты гидрохимического режима озера Сасыкколь Алакольской системы озера// Тезисы докладов конференции по вопросам рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана (Фрунзе, сентябрь 1968 г.). - Фрунзе, 1968. – С.44-45.
6. Засушливые зоны Казахстана.- Алматы.: Наука, 1966. – 233 с.
7. Коровин В.И., Курдин Р.Д. Уровенный режим Алакольских озера// Алакольская впадина и ее озера. - Алма-Ата, 1965. - С.122-140.
8. Курдин Р.Д., Шильниковская Л.С. Гидрохимический режим Алакольских озера // Алакольская впадина и ее озера.- Алма-Ата, 1965. – С.209-222.
9. Мордухович С.А., Омаров Т.Р. Краткая гидрохимическая характеристика озера Алаколь // Засушливые зоны Казахстана.- Алма-Ата, 1966. - С.182-186.
10. Некрашевич Н.Г. Материалы по ихтиологии Алакольских озера // Алакольская впадина и ее озера.- Алма-Ата, 1965. – С. 236-268.

11. Оценка состояния рыбных запасов водоемов Казахстана, разработать прогноз возможных уловов рыбы и производства товарной рыбы на 1993 год (промежуточный): Отчет о НИР КазНИИ рыбного хозяйства.- №ГР 01880047348. - Алма-Ата, 1992.
12. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш.- Алматы: Каганат, 2003. - 584с.
13. Рациональное использование рыбных запасов в озерах Алакольской системы в условиях комплексного водопользования (заключительный): Отчет о НИР КазНИИ рыбного хозяйства. - № ГР 01860018358. - Алма-Ата, 1987.
14. Снегирева Н.Е. Химия поверхностных вод Сасык-Алакольского бассейна / Автореф. дисс...канд. хим. наук - Алма-Ата, 1970. -23с.
15. Трифонова Т.М. Климатическая характеристика Алакольской впадины // Алакольская впадина и ее озера. - Алма-Ата, 1965. - С.26-38.
16. Трифонова Т.М. Потери воды на испарение с поверхности озера Алаколь// Алакольская впадина и ее озера. - Алма-Ата, 1965. - С.172-181.
17. Фокина А.С. Высшая водная растительность и фитопланктон озер Алакольской системы / Автореф. дисс.... канд. биол. наук -Ашхабад, 1979. - 27с.
18. Филонец П.П. Морфометрия Алакольских озер // Алакольская впадина и ее озера. - Алма-Ата, 1965. - С.79-87.
19. Шарипова К.Ж., Лопарева Т.Я. Количественное развитие зоопланктона Алакольских озер и факторы его обуславливающие // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана (Мат.ХVIII научной конф. Ташкент, сентябрь 1983г.). - Ташкент, 1983. - С.145-146.

Научно-производственный центр рыбного хозяйства

АЛАҚАЛ ОЙПАТЫ ҚАЛДЕРІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІ

Геогр. ғылымд. докторы Н.С. Ємірғалиев

Геогр. ғылымд. канд. Т.Я. Лопарева

Л.А. Гоголь

Ш.Ч. Қанағатова

Мақалада Алақал ойпаты қалдерінің қыпжылдық гидрохимиялық қирсеткіштерінің мзгеру реті баяндалған. Судың химиялық к±рамына есер ететін негізгі табиғи және антропогендік к±былыстар анықталған.

УДК 656.555.8

**К ОЦЕНКЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕК И
КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ КАНАЛОВ АЛАКОЛЬСКОЙ
ВПАДИНЫ¹**

Доктор геогр. наук	Н.А. Амиргалиев
Канд. геогр. наук	Т.Я. Лопарева
	Л.А. Гоголь
	Ш.Ч. Канагатова
	А.К. Исаева

В статье обобщены накопленные за многолетний период сведения по гидрохимическим параметрам рек и коллекторно-дренажных каналов, сооруженных в пределах Алакольской межгорной впадины. Рассмотрены генетические особенности химического состава отдельных рек, впадающих в Алакольскую систему озер.

В Алакольскую впадину с южного склона хребта Тарбагатай стекают реки Каракол, Урджар, Хатынсу, Эмель и некоторые мелкие временные водотоки. Со стороны Джунгарского Алатау стекают такие реки, как Оленды, Ргайты, Жаманты и Тентек с левобережным притоком Шинжалы². Сведения о химическом составе воды этих рек весьма ограничены. Имеющаяся в литературе информация относится в основном к началу 60-х годов прошлого столетия [2, 4, 5]. Крайне отрывочные данные по рекам Тентек и Урджар содержатся в Ежегодниках Казгидромета.

В период с 1987 г. по 1993 гг., а также в 2002 и 2003 гг. нами изучался химический состав воды ряда основных водотоков и коллекторно-дренажных каналов, поступающих в конечном счете в Алакольские озера. Исследование проводилось в вегетационный период, полученные результаты приведены в табл.1. В таблице видно, что по газовому составу, органическим и биогенным соединениям более подробные сведения имеются для р. Тентек, для рек Урджар и Каракол они отрывочны, а на реках Хатынсу и Эмель пробы воды отбирались только для анализа более стойких компонентов, т.е. минерализации и ионного состава. рН речных вод находится в области слабощелочной реакции, от 7 до 8. Это наиболее характерный его уровень значений для воды рек ледниково-снегового питания, к числу которых, по данным В.М. Болдырева [4], относятся и изучаемые реки.

¹ По вине редакции в статье авторов в журнале №4 2003 г. не были опубликованы табличные материалы. Редакция приносит свои извинения и перепечатывает статью в полном объеме.

² Схема водоемов данного бассейна представлена в статье «Гидрохимический режим озер Алакольской впадины».

Таблица 1

Химический состав воды рек

Компоненты	Единицы измерения	Тентек 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 2002 гг.		Каракол 1990 г.		Урджар 1989, 1990, 2002, 2003 гг.		Хатынсу 2002 г.	Эмель 2002, 2003 гг.	
		пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее		пределы	среднее
pH		7,0...8,03	7,5	7,2...7,6	7,54	7,2...7,6	7,6	-	-	-
O ₂	мг/дм ³	6,61...9,32	7,61	7,26...9,02	8,44	8,7...14,5	10,6	-	-	-
CO ₂	-«-	1,3...19,8	8,0	-	-	-	-	-	-	-
Окисл. перм.	мгО/дм ³	3,0...7,4	5,8	-	-	3,4...10,1	5,8	-	-	-
Окисл. бихр.	-«-	29,8...89,3	47	6,7...34,3	23,6	29,4...74,8	40,7	-	-	-
NH ₄	мг/дм ³	0,05...0,20	0,11	0,06...0,46	0,22	0,02...0,30	0,16	-	-	-
NO ₂	-«-	0,003...0,085	0,017	0,018...0,037	0,019	0,013...0,026	0,010	-	-	-
NO ₃	-«-	0,07...12,5	2,9	0,35...1,69	0,89	0,28...2,1	1,02	-	-	-
PO ₄	-«-	0,002...0,017	0,009	0,005...0,120	0,06	0,009...0,163	0,070	-	-	-
Ca	-«-	22,4...44,9	36,9	42,0...73,5	48,3	43,8...54,4	49,9	48,3	13,2...17,7	15,45
Mg	-«-	5,2...17,6	10	1,0...13,4	8,78	8,2...36,5	20,7	12,2	29,6...38,1	33,9
Na+K	-«-	9,7...58,2	27,2	10,9...29,3	5,75	4,1...297	100,6	6,9	34,7...69,0	51,9
HCO ₃	-«-	120...195	162	44,6...225,0	134,5	128...422	245	152	109...197	153
SO ₄	-«-	5,8...77,6	35,5	2,9...30,5	29,5	8,2...278	91,0	48,5	98,2-145	122
Cl	-«-	2,87...18,8	12	2,9...9,1	5,8	11,3...206	64,0	6,5	20,1...21	20,6
Сумма ионов	-«-	195...344	276	186...369	225	267...1226	571	275	366...428	397

Таблица 2

Химический состав воды каналов

Компоненты	Единицы измерения	Канал впад. в Кошкарколь		Сапейка		Жагатальский	
		1987, 1989, 1992 гг.		1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993 гг.		1989, 1991 гг.	
		пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее
pH		7,0...7,78	7,5	7,0...8,03	7,54	7,62	-
O ₂	мг/дм ³	7,15...9,47	8,01	8,13...13,1	10,7	8,94	-
CO ₂	-«-	8,2...8,6	8,4	6,16...15,1	10,6	2,6	-
Окисл. перм.	мгО/дм ³	6,2...20,3	12,7	5,4...12,2	8,02	2,7...6,4	4,45
Окисл. бихр.	-«-	53,1	-	40,8...83,5	55,2	14,9...83,5	49,2
NH ₄	мг/дм ³	0,13...0,5	0,29	0,06...0,28	0,16	0,07...0,36	0,18
NO ₂	-«-	0,003...0,37	0,098	0,006...0,07	0,043	0,009...0,154	0,041

NO ₃	-«-	0,04...4,0	2,15	0,53...13,2	5,6	0,346...10,1	8,08
PO ₄	-«-	0,006...0,021	0,011	0,004...0,071	0,024	0,012...0,059	0,038
Ca	-«-	6,4...52,1	34,3	9,6...58,5	47,9	34,3...48,1	41,6
Mg	-«-	6,3...46,2	24,4	2,9...24,8	12,4	4,38...10,5	7,5
Na+K	-«-	33,2...71,7	50,9	20,2...70,0	40,1	8,5...27,7	18,5
HCO ₃	-«-	215...301	269,3	188...281	234	141...180	163,6
SO ₄	-«-	21,2...59,5	40,6	13,4...70,6	28,3	4,7...19,4	14,8
Cl	-«-	17,4...39,5	27,6	10,7...33,0	17,6	3,8...12,5	7,2
Сумма ионов	-«-	345...500	447	276...526	376,7	209...279	253

Окончание табл.

Компоненты	Единицы измерения	Жанаминский 1989, 1991, 1992, 1993 гг.		Бесагач 1992, 2002 гг.		Майский 1989, 1991, 1992 гг.	
		пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее
pH		7,9...8,25	8,08	-	-	7,9...8,0	7,95
O ₂	мг/дм ³	8,67...10,5	9,6	-	-	8,97...9,32	9,15
CO ₂	-«-	2,42		-	-	0,22...4,35	2,29
Окисл. перм.	мгО/дм ³	4,6...11,8	8,9	1,2...5,1	2,9	6,6...18,6	11,5
Окисл. бихр.	-«-	22,3...143	82,6			34,3...37,2	35,7
NH ₄	мг/дм ³	0,06...0,13	0,09	0,062...0,13	0,105	0,04...0,18	0,105
NO ₂	-«-	0,002...0,026	0,0095	0,015...0,035	0,025	0,002...0,032	0,02
NO ₃	-«-	0,21...6,6	1,79	5,0...10,0	7,3	0,56...10,6	7,75
PO ₄	-«-	0,003...0,07	0,012	0,015...0,104	0,065	0,009...0,027	0,014
Ca	-«-	24,0...46,5	34,7	36,9...38,8	38	34,5...62,9	47,2
Mg	-«-	3,89...48,2	21,9	3,5...10,1	5,8	8,8...17,4	12,8
Na + K	-«-	21,2...131,0	83	1,3...32	11,7	6,7...80,0	40,3
HCO ₃	-«-	108...493	251	123,6...207,0	151,9	203...329	241
SO ₄	-«-	15,8...127,0	72,9	0,5...12,5	6,5	15,0...94,1	36,6
Cl	-«-	3,7...29,1	15,7	8,6...10,7	9,65	8,9...14,6	10,8
Сумма ионов	-«-	242...875	465	177,5...309	222,2	298...598	389

Таблица 3

Химический состав воды ключей

Компоненты	Единицы измерения	Майские 1987, 1988 гг.		Бакатерек 1987, 1988, 1992 гг.		Берликские 1988, 1989, 1991 гг.	
		пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее
pH		7,3...7,4	7,35	7,35...7,38	7,375	7,38...7,8	7,65
O ₂	мг/дм ³	8,01	8,01	7,38	-	3,25...9,28	6,96
CO ₂	-«-	10,4	10,4	9,8	-	1,5...4,4	2,9
Окисл. перм.	мгО/дм ³	4,1...4,8	4,4	3,6...5,8	4,7	4,6...5,9	5,4

Окисл. бихр.	-«-	55,2	55,2	36,1	-	40,3...217	100,6
NH ₄	мг/дм ³	0,04...0,08	0,06	0,06...0,11	0,08	0,05...0,11	0,07
NO ₂	-«-	0,056...0,08	0,068	0,016...0,091	0,052	0,001...0,009	0,005
NO ₃	-«-	0,83...18,9	9,86	1,67...14	8,6	2,44...8,0	6,13
PO ₄	-«-	0,01...0,089	0,049	0,031...0,078	0,049	0,014...0,034	0,022
Ca	-«-	23,4...26,4	24,9	34,5...40,1	37,2	16...46,5	34,1
Mg	-«-	3,0...15,6	18,6	3,4...6,3	5,1	8,27...13,6	12,2
Na+K	-«-	34,0...46,8	40,4	13,5...35,5	28	21,0...48,5	35,2
HCO ₃	-«-	125...266	195	171...193	180	170...246	218,7
SO ₄	-«-	24,0...28,8	26,4	12...28,8	17,8	15,3...34,6	23,0
Cl	-«-	5,4...9,9	5,7	8,2...9,6	9,0	7,1...9,0	8,2
Сумма ионов	-«-	227...381	304	245...293	277	244...385	331,3

По содержанию растворенного кислорода воды отдельных рек существенно не отличаются друг от друга. В целом кислородный режим водотоков благоприятен для гидробионтов. Из-за невысокого значения рН в воде р. Тентек почти постоянно присутствует оксид углерода.

Концентрация органических веществ по перманганатной окисляемости в целом не достигает высоких значений, в единичных пробах отмечается до 10 мгО/дм³. Бихроматная окисляемость речных вод в вегетационный период колеблется в широких пределах. Максимальные значения отмечались преимущественно в первой половине лета, т.е. в период повышенных расходов воды.

В режиме компонентов азотной группы регистрируются более значительные изменения как по годам, так и в отдельные сезоны. Анализ многолетнего материала по р. Тентек дает основание считать, что на формирование режима соединений азота и фосфора основное влияние оказывают, во-первых, смыв их с поверхности водосборной площади, где расположены животноводческие и другие сельскохозяйственные объекты, населенные пункты; во-вторых, поступление в речную систему стоков из орошаемых массивов, содержащих остатки азотно-фосфорных удобрений. Влияние последнего фактора особенно усилилось в 1985...1990 гг., когда минеральные удобрения в большом количестве вносились на посевные площади сахарной свеклы. В 1992...1993 гг. концентрация этих соединений в речных водах заметно уменьшилась и основной причиной этому послужила начавшаяся в Талдыкурганской области в этот период переориентация сельхозпроизводства на выращивание зерновой культуры, что повлекло за собой существенное сокращение используемых минеральных удобрений, поливных и сбросных вод [3]. Зарегистрированные концентрации азотсодержащих соединений в основном были в пределах ПДК, за исключением единичных максимальных значений нитритного азота.

Воды изучаемых рек маломинерализованы, в основном гидрокарбонатного класса кальциевой или смешанной группы. Наибольшие величины минерализации воды в реках отмечаются зимой в связи с переходом их в грунтовое питание. В период половодья минерализация речных вод становится минимальной. В некоторых реках в этот период минерализация воды может снижаться до 50 мг/дм³ [4]. Очевидно, это характерно для той части течения рек, которая находится в пределах гор. В табл. 1 приведены результаты анализа проб воды, отобранных в устьевых участках рек.

Хотя воды рассматриваемых рек в целом идентичны по степени минерализации, но существенно отличаются по характеру изменения соотношения ионов и направлению метаморфизации состава вод при различных уровнях минерализации. Эти особенности речных вод наглядно можно иллюстрировать с помощью треугольников Фере (рис.). Так, при росте минерализации с 195 до 344 мг/дм³ показатели анионного состава воды р. Тентек перемещаются от гидрокарбонатного треугольника к сульфатному, при котором относительное содержание сульфатов возрастает с 4 до 22 %-экв, концентрация хлоридов заметно не меняется, а гидрокарбонаты снижаются с 44 до 26 %-экв. В катионном составе с ростом минерализации резкое увеличение характерно для магния с 4,5 до 19 %-экв, при этом щелочные металлы возрастают на 8 %-экв, на столько же уменьшается концентрация кальция. При колебании минерализации воды в указанных пределах индекс состава воды (по О.А. Алекину [1]) меняется от C_{II}^{Ca} до C_{II}^{NaCa} .

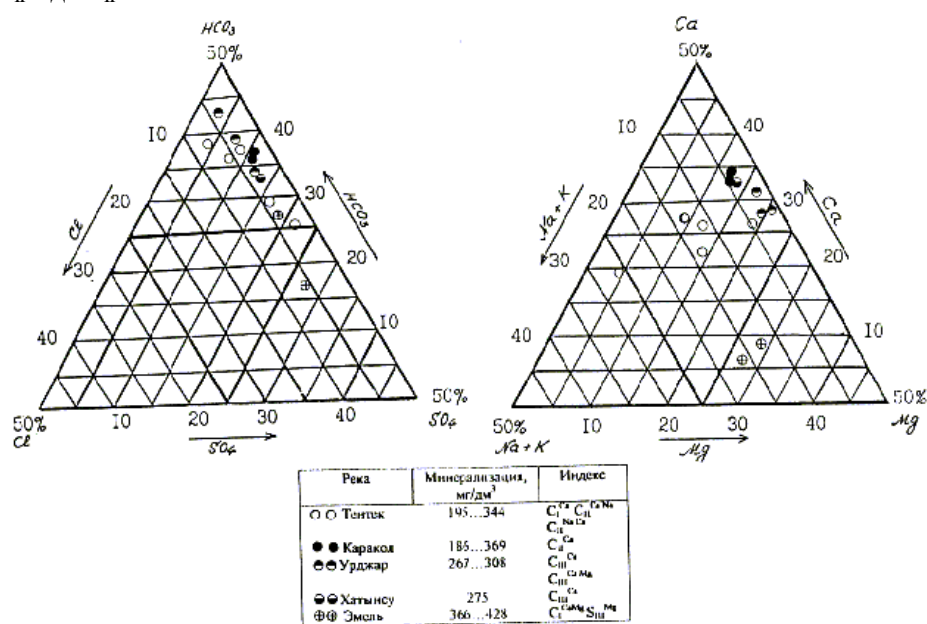


Рис. Ионный состав речных вод (%-экв) и особенности его изменения в зависимости от минерализации.

Фигуративные точки анионного и катионного состава вод всех остальных рек располагаются в гидрокарбонатном и кальциевом треугольниках, за исключением р. Эмель, состав воды которой при незначительном росте минерализации всего на 62 мг/дм³ приобретает сульфатно-магниевый характер. Следует отметить, что такая генетическая особенность химического состава воды ставит р. Эмель особняком не только среди рек Ала-

кольской межгорной впадины. Вообще, речные воды сульфатного класса с малой и средней минерализацией встречаются сравнительно редко. По литературным данным [6], общая площадь, занимаемая бассейнами рек с водой сульфатного класса, составляет примерно 3...4% речных бассейнов бывшего СССР. Формирование в русле Эмель такого состава воды, очевидно, обусловлено особенностями почвенных и гидрогеологических условий ее бассейна, большая часть которого находится на территории КНР.

Как видно на рис., точки, характеризующие состав воды рек Каракол и Урджар на указанном диапазоне изменения минерализации остаются в пределах гидрокарбонатного и кальциевого треугольников. При этом также следует отметить, что в воде р. Урджар при росте минерализации с 267 до 308 мг/дм³ гидрокарбонатный класс сохраняется, но в группе на вторую позицию уже выходит магний с концентрацией более 20 %-экв. Это, в известной мере, указывает на миграционную активность данного элемента в бассейнах рек, стекающих во впадину с южного склона хребта Тарбагатай.

В процессе развития орошаемого земледелия и для расширения сенокосно-пастбищных угодий на данной территории сооружено множество каналов. На основных из них отбирались пробы воды на химический и токсикологический анализ, поскольку по этим искусственным водотокам сбросные коллекторно-дренажные стоки вместе с речными водами поступают в рыбопромысловые озера.

Воды каналов, как и рассмотренных выше рек, характеризуются слабощелочной реакцией среды - рН от 7,0 до 8,2 (табл. 2). В стоках Жанаминского канала значения рН несколько выше, чем в воде других каналов. Концентрация растворенного кислорода в воде каналов характеризуется достаточно высокими значениями, в среднем от 8,01 до 10,7 мг/дм³.

В каналах Жанаминском, Жагатайском и Сапейка, в которых собираются коллекторно-дренажные стоки ряда хозяйств, регистрируются наиболее высокие концентрации органических веществ. По содержанию солей аммония вода в каналах существенно не отличается от речных вод. Однако концентрация нитритов и нитратов в стоках, транспортируемых по каналам, значительно выше, чем в речных водах. Это естественно обусловлено поступлением в сбросные каналы повышенного количества азотных удобрений из орошаемых массивов. Содержание минерального растворенного фосфора в стоках канала сравнительно невысоко.

Минерализация воды в каналах невысокая. В пробах воды, отобранных за ряд лет из каналов Сапейка, Майский и из канала, впадающего в оз. Кошкарколь, максимальная минерализация воды не превышала 500...598 мг/дм³. Наиболее низкая минерализация воды до 279...309 мг/дм³ отмечается в каналах Жагатальский и Бесагач, несущих свои воды в оз. Кошкарколь. Повышение минерализации воды до 875 мг/дм³ регистрировалось в канале Жанаминский, куда стекают сбросные воды из орошаемых массивов. По ионному составу воды сбросных и орошаемых каналов гидрокарбонатно-кальциевые, так как основным источником их питания является р. Тентек. Рост их минерализации сопровождается увеличением концентрации сульфатов щелочных металлов и магния.

В настоящее время основная масса возвратных с полей вод стекает в основной дренажный коллектор и поступает в придаточную систему западного побережья оз. Алаколь в районе урочища Карасу. В мае 2002 г. из этого канала отобраны две пробы воды и значения минерализации в них изменились в интервале от 540 мг/дм³ в начале мая до 782 мг/дм³ – в конце. Индекс состава этих вод изменялся соответственно от S_{II}^{Ca} до S_{II}^{NaMg} .

Основная орошаемая территория расположена между руслом р. Тентек и оз. Алаколь. С севера она примыкает к дельте указанной реки и оз. Кошкарколь. На этой территории функционирует сеть оросительных и коллекторно-дренажных каналов. Кроме того, данная территория богата микроручейковой сетью в бассейнах рек Тентек, Карасу и Жайпак. В этой сложной системе естественных и искусственных водотоков происходит смешение речных вод с коллекторно-дренажными, взаимная подпитка и т.д. Поэтому установить какие-либо конкретные закономерности в гидрохимическом режиме каналов и в условиях его формирования затруднительно.

На указанной выше территории в процессе исследования обнаружен целый ряд ключей, которые несут свои воды или в речную систему, или непосредственно в озера. Вместе с тем установлено, что отдельные ключи подпитываются также сбросными из орошаемых массивов водами. Химический состав воды ряда основных ключей представлен в табл.3.

Как следует из таблицы, значения рН, концентрация кислорода и перманганатной окисляемости в воде ключей несколько ниже, чем в водах рек и каналов. По содержанию биогенных соединений воды каналов и изученных ключей близки между собой. Минерализация воды ключей значительно ниже, чем в реках и каналах, по ионному составу она гидрокарбонатно-кальциевая.

На основе сказанного выше можно отметить, что основные реки, временные водотоки и коллекторно-дренажная сеть сбрасывают в Алакольские озера маломинерализованную воду преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава. На химический состав и качество воды водотоков существенное влияние оказывают развитие орошаемого земледелия и использование минеральных удобрений выше допустимых нормативов.

В заключении отметим, что водоемы Алакольской впадины представляют собой сложную гидроэкологическую систему, где представлены различные по морфометрическим параметрам озера, обширные заболоченные массивы, множество рек и временных водотоков, ключей, а также оросительно-осушительные каналы и коллекторно-дренажная сеть, транспортирующая в озера загрязненные сельскохозяйственные стоки. Все это обуславливает формирование в озерах исключительно разнообразных по химическому составу вод. Ограниченность материала не позволяет пока углубленно анализировать ряд важнейших аспектов гидрохимии этой сложной водной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии.- Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.
2. Беремжанов Б.А., Снегирева Н.Е. Химическая характеристика озер и рек Алакольской впадины // Химия и химическая технология. - Алма-Ата. 1964. - С. 38-44.
3. Биоэкологический мониторинг главных рыбопромысловых водоемов Казахстана и реализация его результатов с учетом приоритетов рыбного хозяйства (промежуточный): Отчет о НИР КазНИИ рыбного хозяйства. - Алма-Ата, 1993.
4. Болдырев В.М. Режим рек и временных водотоков Алакольской впадины// Алакольская впадина и ее озера. - Алма-Ата, 1965. - С. 52-61.
5. Снегирева Н.Е. Химия поверхностных вод Сасык - Алакольского бассейна / Автореф. дисс...канд. хим. Наук. - Алма-Ата, 1970. –23 с.
6. Справочник по гидрохимии.- Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 391 с.

Научно-производственный центр рыбного хозяйства

АЛАҚЛ ОЙПАТЫ «ЗЕНДЕРІ МЕН КОЛЛЕКТОР-ДРЕНАЖДЫҚ КАНАЛДАРЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРСЕТКІШТЕРІ

Геогр. ғылымд. докторы	Н.С. Ємірғалиев
Геогр. ғылымд. канд.	Т.Я Лопарева
	Л.А. Гоголь
	Ш.Ч. Қанағатова
	А.К. Исаева

Мақалада Алақл ойпаты «зендері мен коллектор-дренаждық каналдарының гидрохимиялық құрсеткіштері жейлі қп жылдық деректері қортындыланған. Алақл қлдері системасына кәйылатын

мизен сулары химиялық к±рамының генетикалық ерекшеліктері қарастырылған.

УДК 556.114

**ІЛЕ АЛАТАУЫ СОЛТҰСТІК БЕТКЕЙІ ӨЗЕНДЕРІНІҢ
ГИДРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ**

Геогр. ғылымд. докторы Ж.Д. Достай
Геогр. ғылымд. канд. С.М. Романова
Д.Ж.
Қоңшығар

Мақалада 2003 жылғы экспедициялық зерттеу нәтижелері қарастырылады және қызылдық деректермен (1976...1995) салыстырылған. өзендер, алынған сынамалардың сапалық құрамына сәйкес топтастырылған және ағынды қалыптасу зонасынан ағып шығатын тұздардың мөлшері есептелген.

Іле Алатауынан солтүстікке қарай (Шілік-Шамалған аралығы) негізгі 11 өзен 12 салаларымен ағып шығады және Қапшағай бұғиеніне құяды (1-кесте).

1 кесте

Іле Алатауының терістік беткейі өзендерінің гидрографиялық сипаттамасы

өзен	ағындығы	Су жинау алабының ауданы, км²	өзен ұзындығы, м	Су мтімі, м³/с	
				таудан шығарды	сағасында
Шілік	240	5349	3449	32,5	30,5
Төрген	104	929	3323	6,88	4,10
Есік	110	1140	3144	4,82	3,00
Талғар	108	648	3479	10,8	5,40
Қаскелен	153	4170	3369	3,90	15,2
Ұлкен Алматы	60	461	2963	4,73	2,30
Кіші Алматы	108	1240	3379	2,26	2,60
Ақсай	66	570	2758	1,85	2,60
Шамалған	72	553	3059	1,60	1,40

Кез келген өзен суының химиялық құрамының қалыптасуына жер бедері, гидрографиялық желі, климат, топырақ және ұсімдік жамылғысы, геологиялық құрылым, геоморфология, алаптағы тау

жыныстарының литологиялық-минералдық к±рамы және олардың т±здылығы, жерасты және ыза сулардың қоректену режимі, керізденуі және айналымы терізді бірқатар тікелей және жанама факторлар есер етеді. Жоғарыда аталған үзен суларының химиялық к±рамын зерттеу мақсатында 2003 жылы қықтемде және жазда сынама алынды (2 кесте).

2 кесте

Іле Алатауы солт%стік беткейіндегі үзендердің химиялық к±рамы,
2003 ж.

Сынама нын алынған уақыты	Судың температурасы, °С	рН	O_2	Na^++K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4	Cl^-	Σu	Жалпы кермектілік	Алекин бойынша индекс
			мг/л	1/Z (С)	ммоль/дм ³	ммоль/дм ³	ммоль/дм ³	ммоль/дм ³	ммоль/дм ³	ммоль/дм ³	ммоль/дм ³	
Шілік үз. - Шілік ауылы (5км қашықтықта)												
05.03	18	7,01	0,26	1,200	0,90	1,00	0,84	0,52		161,0	1,90	C_{II}^{Ca}
10.04	22,5	8,03	8,97	0,54	1,000	0,70	1,00	0,72	0,52	155,9	1,70	C_{II}^{Ca}
17.07	20	6,97		13,5	20,0	8,5	61,0	34,6	18,3			
27.07	21	8,43		2,10	1,500	0,50	1,50	2,06	0,54	298,1	2,00	S_{II}^{Na}
17.07	18	6,59		52,5	30,1	6,1	91,5	98,8	19,2	179,9	2,00	C_{II}^{Ca}
06.04				0,41	1,240	0,76	1,70	0,51	0,20			
17.07	18	7,87		10,2	24,8	9,2	103,7	24,7	7,1			
Есентай үз. - Айнаб±лақ ауылы												
06.04				0,49	2,300	0,06	1,75	0,38	0,72	209,5	2,36	C_{II}^{Ca}
17.07	18	7,87		12,2	46,1	0,7	106,1	18,1	25,6			
Ұлкен Алматы үз. - Алматы қ.												
10.04	22	7,82		0,19	1,700	0,60	1,00	1,11	0,39	174,2	2,50	S_{II}^{Ca}
17.07	17	8,18		4,8	34,1	7,3	61,0	53,2	13,7			
27.07	18,5	7,31		0,80	1,400	0,32	1,18	0,41	0,93	176,6	1,72	C_{II}^{Ca}
Лавар үз. - Лавар ауылы (қмпір)												
10.04	22	7,82		20,0	28,1	3,9	72,0	19,6	33,0			
17.07	17	8,18		1,82	1,304	0,60	4,55	1,88	1,29	541,4	5,80	C_{II}^{Mg}
27.07	18,5	7,31		45,5	26,1	55,9	277,6	90,5	45,8			
10.04	22	7,82		0,85	0,805	2,03	3,60	1,86	1,39	458,7	6,00	C_{II}^{Mg}
17.07	17	8,18		21,2	16,0	63,2	219,7	89,2	49,3			
27.07	18,5	7,31		0,07	0,886	4,24	4,90	1,91	0,56	508,2	7,30	C_{II}^{Mg}
Т%орген үз. - Тургенъ ауылы (2км қашықтықта)												
10.04	18	7,89	8,56	0,66	0,800	0,900	0,80	0,24	0,52	122,0	1,60	$C_{II}^{Mg.Cl}$

Сынама ныы алынған уақыты	Судың температурасы, °С	рН	O_2	Na^+K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Σu	Жалпы кермектілік	Алекин бойынша индекс
			мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	
			16,5	16,0	10,9	48,8	11,5	18,3				
17.07 19	6,64		0,45	1,30	0,40	1,10	0,69	0,36		155,0	1,70	C_{II}^{Ca}
			11,2	26,0	4,9	67,1	32,9	12,8				
27.07 20	8,10		0,67	1,20	0,50	1,50	0,67	0,20		177,6	1,70	C_{II}^{Ca}
			16,7	24,0	6,1	91,5	32,1	7,1				
			Есік мз. – Есік қ									
10.04 15	7,90	9,78	0,30	0,90	0,60	1,10	0,31	0,39		128,4	1,50	C_{II}^{Ca}
			7,5	18,0	7,3	67,1	14,8	13,7				
17.07 19,5	6,60		0,53	1,26	0,38	1,00	0,86	0,31		156,3	1,64	C_{II}^{Ca}
			13,2	25,2	4,6	61,0	41,1	11,0				
27.07 17	7,47		0,18	2,48	0,42	2,36	0,58	0,14		236,3	2,90	C_{II}^{Ca}
			4,5	49,7	5,1	144,2	8,0	5,0				
			Бесағаш мз. – Ават ауылы									
10.04 19			0,91	1,00	0,90	1,35	0,94	0,52		199,6	1,80	C_{II}^{Ca}
			22,7	20,0	10,9	82,4	45,3	18,3				
17.07 17	8,08		0,94	1,10	0,30	1,00	1,03	0,31		170,6	1,40	C, S_{II}^{Ca}
			23,5	22,0	3,6	61,0	49,4	11,0				
27.07 15	8,07		0,14	1,20	0,72	1,40	0,48	0,18		151,2	1,92	C_{II}^{Ca}
			3,5	24,0	8,8	85,4	23,0	6,4				
			Талғар мз. – Раздольное ауылы									
10.04 16	7,55	8,85	0,06	0,80	0,40	0,55	0,43	0,28		86,6	1,30	C_{II}^{Ca}
			1,5	16,0	4,9	33,6	20,6	10,1				
17.07 15	8,12		0,62	0,90	0,32	0,60	0,72	0,52		127,1	1,22	S_{II}^{Ca}
			15,5	18,0	3,9	36,6	34,6	18,5				
			Шамалған өз. – Шамалған ауылы (3 км қашықтықта, қиірі)									
10.04 19,5	7,84	6,78	0,55	0,90	1,20	1,85	0,31	0,49		191,5	2,10	C_{II}^{Mg}
			13,7	18,0	14,6	112,5	14,8	17,4				
18.07 24	7,94		1,06	1,80	1,20	1,90	1,13	1,03		284,0	3,00	C_{II}^{Mg}
			26,5	36,1	14,6	115,5	54,3	36,6				
			Қаскелен мз. - Қаскелен қ. (5км қашықтықта)									
10.04 16	7,83	9,10	0,46	1,10	0,50	1,35	0,19	0,52		149,3	1,60	C_{II}^{Ca}
			11,5	22,0	6,1	82,4	9,0	18,3				
18.07 18,5	7,92		2,52	1,70	0,30	1,40	2,45	0,67		327,6	2,00	S_{II}^{Na}
			63,0	34,1	3,6	85,4	17,2	3,8				
			Ақсай мз. – Абай ауылы (1км қашықтықта)									

Сынаманы алынған уақыты	Судың температурасы, °С	рН	O ₂	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	Σи	Жалпы кермектілік	Алекин бойынша индекс
			мг/л	1/2 (С)	ммоль/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг-экв/л			
10.04	17			0,591,000,401,050,550,39	14,720,0	4,9	64,126,313,7			143,7	1,30	C _{II} ^{Ca}
17.07	20	7,08		0,521,781,572,001,300,57	13,035,719,1122,6	2,520,2				272,6	3,35	C _{II} ^{Ca}
Кіші Алматы мз. - Рыск. к. Волочаева к.б.												
17.07	15,5	7,49		1,241,960,281,501,410,57	31,039,3	3,4	91,567,720,2			253,1	2,24	C _{II} ^{Ca}

Ескертпе: Бос клеткалар – анықталмаған.

Алынған сынамаларды талдау және алаптағы географиялық жағдайда зерттеу нәтижесінде ағындыларының қалыптасу жағдайларына және суларының химиялық құрамының айтарлықтай дәрежеде біртектілігіне байланысты Шілік, Төрген, Есік, Талғар мұздерін бір топқа біріктірдік. Себебі бұл мұздер гидрологиялық және гидрохимиялық тұрғыда тау мұздері ретінде сипатталады.

Жоғарғы ағысында суының температурасы айтарлықтай салқын (жылдың ең ыстық кезі шілде-тамыз айларында 9...14 °С аспайды), сағасында – 18...20 °С, ағысы жылдам болуына байланысты суында еріген газдардың айтарлықтай дәрежеде болуына ықпал етеді. Яғни, жазда оттегінің мөлшері 8,2...9,8 мг/дм³ шегінде құбылады, немесе қанығудың 103...106 % құрайды.

Мұздердің суының рН қирсеткіші 6,60...8,12 шамасында, яғни мұз сулары үшін қажетті шамадан төмен болғандықтан суда қышқыл диоксиді жоғары дәрежеде шоғырланған деуге болады.

Қирсетілген мұз суларын минералдылық дәрежесі бойынша салыстырғанда Шілік мұзінің суы басқа мұздерге қарағанда аса минералданған деуге болады. Ондағы қышқылдықта орташа судың минералдылығы Малыбай ауылы тұрақтарында су тасу кезеңінде 150...180 мг/дм³ шамасын құрайды [9, 5], ал қайту кезеңінде 200 мг/дм³ және құрғақ кезеңде 240...160 мг/дм³ шамасында болады.

Біздің мағлұматтарға сәйкес үзеннің түменгі ағысының (Шілік ауылы) минералдылығы сеуір-шілде айларында 155,9...298,1 мг/дм³ шамасында кәйылады.

үзен суларының минералдылығы: Т%оргенде 122,0...177,6 мг/дм³, Есікте 128,4...236,3 мг/дм³, Талғарда 86,6...127,1 мг/дм³ шамасында үзгереді және қыпжылдық орташа мұлшерен аспайды деуге болады.

Аталған үзендерді минералдылығы бойынша үте аз минералданған және аз минералданған суларға, ал кермектілігі жағынан (1,22...2,90 ммоль/л-экв) үте жәмсақ және жәмсақ суларға жатқызуға болады. Бұл үзен сулары HCO_3^- и Ca^{2+} иондарының басым болуына байланысты Алекин жіктеуі бойынша судың индексі C^{Ca} болады. Сульфат және хлорид иондарының мұлшері үте аз және бір еске салатыны сульфат иондары хлорид иондарына қарағанда 1,4...4,1 есе қып.

Жоғарыда сипатталған үзендерге қарағанда Қаскелен үзені суының минералдылығы үте жоғары (149,3...327,6 мг/дм³) және жалпы кермектілігі (1,6...2,0 ммоль/л-экв). Алекин жіктеуі бойынша судың индексі маусым айында C^{Ca} болады, ал шілде айында S^{Na} үзгереді, яғни аниондардан сульфат иондары және катиондардан натрий иондары басым болып тұрғанын қыреміз. Бір еске салатыны, мұнда сульфат иондары хлорид иондарына қарағанда 3,7 есе қып.

Ұлкен Алматы және Кіші Алматы, Бесағаш, Шамалған, Ақсай, Есентай үзендерінің суы аз және орташа минералданған (151,2...284,0 мг/дм³), ал кермектілігі жағынан жәмсақ болып келеді. Иондық құрамында HCO_3^- және Ca^{2+} иондары басым (Ұлкен Алматы үзені қықтемгі кезеңіндегісін қоспағанда).

Лавар үзені негізінен жер асты суымен қоректенуіне байланысты суы жоғарыда сипатталған үзендерден жалпы минералдылығының және кермектілігінің жоғары мұлшерде болуымен ерекшеленеді. Алекин жіктеуі бойынша Лавар үзені суының индексі C^{Mg} , яғни гидрокарбонат және магний иондары басым екенін қырсетеді. Зерттелген үзендердің барлығы екінші типті болып келеді (О.А. Алекин жіктеуі бойынша).

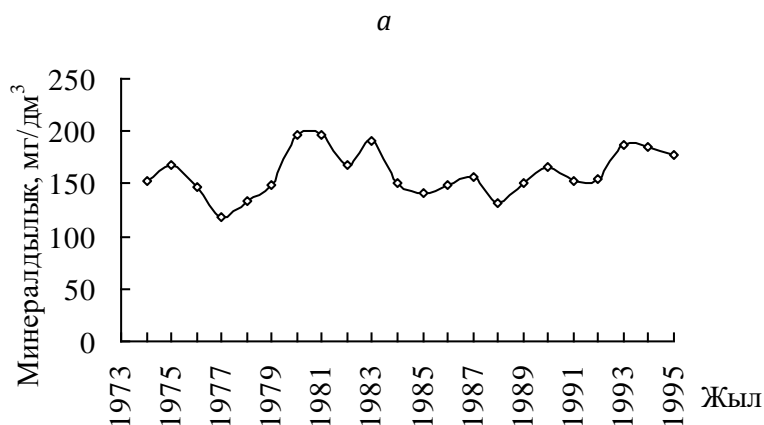
Суретте ұлкен Алматы, Кіші Алматы және Т%орген үзендері %шін жалпы минералдылығы кәбылмалылығының графигі қыпжылдық циклде тұрғызылып қырсетілген. Біз бұл графигтен

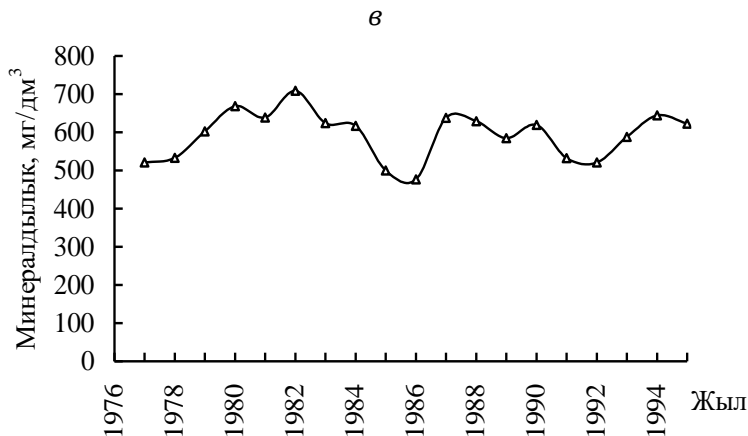
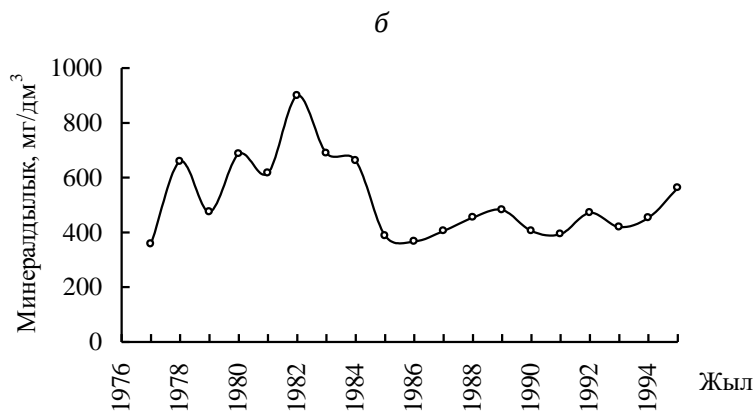
компоненттердің химиялық құрамының құбылмалылығы цикльдық сипаттама беретінін қыреміз, яғни заттардың мөлшерінің азаюы және қыбеюі анық байқалады.

Барлық мезендер үшін тездар қосындысының ең кіші мөлшері және негізгі иондар мөлшері 1977 және 1985...1986 жылдарда, яғни су шығынының мөлшері ең қып болған кезеңінде қарастырылды. Бұл ингредиенттер мөлшерінің ең мөлкен шамалары Кіші Алматы мезені үшін 1982, 1987, 1994 жылдарға; Улкен Алматы мезені үшін 1978, 1980, 1982, 1994 жылдарға; Төрген мезені үшін 1975, 1980, 1981, 1993, 1994 жылдарға, яғни қуаң жылдарға сейкес су мтімінің мөлшері мте аз болды.

Судың химиялық құрамының орташа қыпжылдық мағлұматтары бойынша Кіші Алматы, ұлкен Алматы және Төрген мезендерінің негізгі иондар және минералдылық арасында байланыс теңдеуі және корреляция коэффициенті есептелді. Бұлдан минералдылық және басқа иондар арасындағы байланыс тек қана ұлкен Алматы мезені үшін тығыз болды, корреляция коэффициенті 0,75...0,89 аралығында мзгереді. Кіші алматы мезені үшін минералдылық және Cl мен Mg^{2+} иондары арасында байланыс орташа ($r = 0,3...0,38$), Ca^{2+} - мте елсіз, ал басқа иондар минералдылықпен мте тығыз ($r = 0,7...0,94$) байланыста екені қырінеді.

Төрген мезені үшін басқаша қырініс байқалады: корреляциондық байланыс тек Na^+ , SO_4^{2-} иондары және минералдылық арасында ғана тығыз ($r = 0,95$ және $0,75$), ал басқа иондармен байланысы - орташа ($r = 0,31...0,52$).





Сурет – Т%орген (а), ұлкен Алматы (б) және Кіші Алматы (в) мзендеріндегі судың минералдылығының қпжылдық т±рғыдағы графигі.

Регрессия теңдеуі минералдылықпен мте тығыз байланыста болатын қандай да бір ионның мұлшері жалпы минералдылықты есептеп шығаруға м%омкіндік беретіні белгілі. Т%орген мзені %ошін Na^+ және SO_4^{2-} иондары; ұлкен Алматы мзені %ошін негізгі иондардың кез-келгенін алуға болады, бірақ Cl^- ионы оңай анықталуымен және корреляция коэффициентінің %олкен менімен артық қрiнеді; Кіші Алматы мзені %ошін SO_4^{2-} иондары мте тығыз байланыста болады. Б±л жағдайда басқа т±здарды анықтауды қажет етпейді. Улкен Алматы, Кіші Алматы және Т%орген мзендеріне мынадай байланыс теңдеулері алынды:

ұлкен Алматы Кіші Алматы Т%орген

$\Sigma u = 4,88 \cdot C_{(Na^+ + K^+)} + 258,5$	$\Sigma u = 2,89 \cdot C_{(Na^+ + K^+)} + 395,2$	$\Sigma u = 2,98 \cdot C_{(Na^+ + K^+)} + 122,94$
$\Sigma u = 7,59 \cdot C_{Ca^{2+}} + 72,8$	$\Sigma u = 0,25 \cdot C_{Ca^{2+}} + 607,53$	$\Sigma u = 3,24 \cdot C_{Ca^{2+}} + 73,39$
$\Sigma u = 13,35 \cdot C_{Mg^{2+}} + 189,2$	$\Sigma u = 5,49 \cdot C_{Mg^{2+}} + 427,9$	$\Sigma u = 2,36 \cdot C_{Mg^{2+}} + 149,03$
$\Sigma u = 2,44 \cdot C_{SO_4^{2-}} + 266,8$	$\Sigma u = 1,55 \cdot C_{SO_4^{2-}} + 370,5$	$\Sigma u = 11,63 \cdot C_{SO_4^{2-}} + 121,56$
$\Sigma u = 1,79 \cdot C_{HCO_3^-} + 138,4$	$\Sigma u = 4 \cdot C_{HCO_3^-} - 386,3$	$\Sigma u = 1,07 \cdot C_{HCO_3^-} + 65,75$
$\Sigma u = 8,86 \cdot C_{Cl^-} + 133,9$	$\Sigma u = 2,45 \cdot C_{Cl^-} + 489,8$	$\Sigma u = 2,42 \cdot C_{Cl^-} + 150,14$

м±ндағы Σu - жалпы минералдылық, мг/дм³; C - иондар шоғырлануы.

Биогендік элементтер (N , P , Fe , Si) табиғи суларда басты компоненттер болып табылады және олардың шоғырлануына судың сапасы теуелді болады. Зерттелген үзендер %ошін азот теріздестілерден нитраттар басым болып келеді. Олардың шоғырлануы кең ауқымда өзгеріп отырады (0,001...0,110 мгN/дм³), оның ең қп мұлшері 2003 жылдың маусым айында Шамалған үзенінде және 2003 жылдың шілде айының аяғында Т%орген үзенінде анықталып белгіленді. Аммонийлі азот бірнеше рет аз мұлшерде (0...0,06 мгN/дм³), ал нитратты азот мұлшері 0,034 мгN/дм³-тен аспайды, нитритті азот қбіне байқала бермейді.

Fe^{2+} иондары т±рақты емес, ұйткені қп жағдайда оның мұлшері нұлге жақын немесе тең болып келеді. Жеке алып қарағанда Fe^{2+} иондарының мұлшері (0,14...0,42 мг/дм³) Шілік, Лавар, Т%орген, Есік, Бесағаш үзендері суларында кездеседі. NO_2^- , Fe^{2+} иондарының болуы – судың жаһадан ластанғанын қрсетеді. Жалпы және минералды фосфор зерттелген үзен суларының барлығында кездеседі. Кремний қосылысы барлық биогенді элементтерден басым болып келеді. Есік (7,3), ұлкен Алматы (7,2), Кіші Алматы (6,8), Т%орген (6,7), Шамалған (6,0), Шілік (4,7), Каскелен (4,3), Талғар (3,2 мг/дм³) секілді ірірек үзендерге қарағанда кремний элементі шағын Лавар (11,3 мг/дм³) үзенінде қбірек кездеседі.

Зерттелген үзен суларында бейметалдар қатарынан фтор анықталды. Бұл элементтің басты бальнеологиялық маңызы бар, ал үзендердің қпшілігінің суы (есіресе жоғарғы ағысы) ауыз суға пайдаланылады. Едебиеттер және тежірибелік деректер фтордың үзен-

дерге т₀₀сетін басты қүзі фтор т₀₀зейтін жыныстар екенін атап қүрсетеді. Осы минералдардың б_зылуынан фтор жер ₀₀сті және жер асты сулары арқылы үзен суларына келіп т₀₀седі. Топырақ сулары жыныстармен _зақ контактіде болу есерінен қүбіне фторға бай болып келеді. Мысалы, Лавар ауылындағы _нғымада фтор 9,9 мг/ дм³ болса, ал осы уақытта үзге үзен суларындағы фтор м_лшері 0,14...1,14 мг/л-ге тең. Лавар үзенінің (Лавар ауылы) суындағы фтордың м_лшері 1,14-1,28 мг/л-ге тең.

Алынған мағл_маттарды 1965...1967 жылдардағы мағл_маттармен салыстыру аса қүңіл аударуды қажет етеді [5]. 1965...1967 жылдарда фтор: Шілікте 0,32...0,35, Т₀₀ргенде 0,30, Есікте 0,55...0,65, Талгарда 0,55...0,70, Қаскеленде 1,00...1,80 мг/ дм³ шамасында болса, ал 2003 жылы: Шілікте 0,3-0,43, Т₀₀ргенде 0,14-0,43, Есікте 0,43-0,57, Талгарда 0,50-0,57, Қаскеленде 0,50-0,99 мг/л шамасында болды. Осы алынған мағл_маттардан шығатын қорытынды: осы үзен суларындағы фтордың шамасы қүпжылдық мерзімде қ_ббылып отырады және оның себептерін анықтауды қажет етеді.

Фтордың жалпы табиғи суларда, жеке алғанда үзен суларында жиналуында судың химиялық қ_брамы, яғни олардың белгілі бір т₀₀рге меншіктілігі [3, 4, 7] ₀₀лкен роль атқарады. Лавар және Қаскелен үзендерінің суы фторға қанығуында осы фактор шешуші роль атқаратыны анық. Бір еске сала кететіні осы үзендердегі фтордың м_лшері шекті рауалы шоғырлану (ШРШ) м_лшерінен біршама жоғары.

үзен суларындағы мыс және мырыш шоғырланулары - су ерiткiш мыс және мырыштың топырақ т₀₀згiш жыныстар мен топырақтағы м_лшерiн және олардың химиялық қасиеттерiнiң үзгешелiгiн анықтайтын гидрологиялық және климаттық жағдайларына негiз болып отырады.

Гидрохимиялық тежірибеде үзен сулары ₀₀шiн мыстың орташа шоғырлануын 8 мкг/ дм³, ал мырыштың орташа шоғырлануын 25 мкг/ дм³ шамасында есептеу қабылданған [6]. Барлық үзендер ₀₀шiн бiз б_л металдардың шоғырлануынсын аз деп белгiледiк. Хром қосылысының шоғырлануы да үзен суларында 5,5 мкг/ дм³ шамасынан аспайды. Суда ластайтын заттардың қатарынан фенолдар (2,4...15,6 мкг/ дм³) және м_ннай үнімдері (0,20...0,85 мкг/ дм³) табылды.

Балқаш алабы үзендерінің иондық ағындысы қбіне Балқаш қылінің т±здық теңдестігін есептеуге байланысты есептелген (В.А. Шнитников, Д.Г. Сапожников, М.Н. Тарасов). Л.В. Бражникова мен М.А. Ибрагимова Балқаш алабы үзендерінің иондық ағындысы бойынша 1936...1949 [1, 2] және 1961...1968 жылдарға [5] мағл±маттар алды. А.Н. Невская Қазақстанның қуаң аймақтарындағы 17 үзеннің иондық ағындысын есептеп шығарды және су тасу шыңы кезеңінде 80 %-ға дейінгі иондық ағындысы ағып үтетінін анықтады [8].

Біз Ұлкен Алматы, Т%орген және Қаскелен үзендері %ошін минералдық т±здар, биогендік және органикалық элементтер, микроэлементтер ағындысын есептедік. Т%орген үзенінің минералдық т±здар ағындысы тек ғана 2003 жылдың маусым және шілде айларында 13501 тонна т%озейді. Биогендік заттар 646 тонна, микроэлементтер 164 тонна және ластайтын заттар 9 тонна шамасын к±райды. Бір еске салатыны биогендік элементтерден кремний (88...92 %), металдардан қорғасын (68 %), ластайтын заттардан м±най үнімдері (99 %) қып мұлшерде кездеседі.

Осы кезеңде су ағындысы аз болғанымен Қаскелен үзенінің иондық ағындысы Т%орген үзеніне қарағанда біршама қып. Егер маусым айында қбіне HCO_3^- (1435 т) және Ca^{2+} (383 т) иондары басым болса, ал шілде айында SO_4^{2-} (5800 т) және Na^+ (3105 т) иондарының ағындылары басым болып келеді.

Азот, фосфор, темір және кремний қосылыстарының ағындылары 2003 жылдың жаз мезгілінде Қаскелен үзенінде 374 тонна шамасында болды, еске салатыны шілде айында маусым айына қарағанда бірнеше есе қып. Микроэлементтер 124 тонна және ластайтын заттар 15 тонна шамасында алынып шығарылады. Қаскелен үзенінің ағыны Ұлкен Алматы үзенінің к±йылуына байланысты қалыптасады. Ұлкен Алматы үзенінің минералдық т±здар ағындысы 2572 тонна шамасын к±райды, оның басым қыпшілігін HCO_3^- және Ca^{2+} иондары к±райды. Биогендік және микроэлементтер 97 және 6 тонна шамасында келіп т%оседі.

ПАЙДАЛАНҒАН ЄДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алекин О.А., Бражникова Л.В. Сток растворенных веществ с территории СССР. "Наука". М., 1964. – 144 с.

2. Бражникова Л.В. Ионный сток рек СССР – Диссе. к.х.н. Иркутск, 1961. –252 с.
3. Гельфер Е.А. Гидрохимические факторы, определяющие различные содержания фтора в природных водах // Гидрохимические материалы. –Т. 40. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – С. 68–73.
4. Гельфер Е.А. Факторы, влияющие на содержание фтора в природных водах // Гидрохимические материалы. –Т.46. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – С. 74–78.
5. Колесникова Т.Х. Бром, йод, медь и цинк в речных водах Советского Союза. Дисс. ... к.х.н. Новочеркасск, 1966. –228 с.
6. М.А. Ибрагимова. Физико-химическая характеристика воды рек бассейна оз. Балхаш. – Дисс. ... к.х.н. Алма-Ата, 1969. – 245с.
7. Мун А.Н., Базилевич З.А. Некоторые вопросы распределения фтора в природных водах Казахстана // Вест. АН КазССР, Алма-Ата, 1962. – №10. – С. 3-10.
8. Невская А.И. Гидрохимическая характеристика поверхностного стока засушливых районов Казахстана // Вест. АН КазССР, Алма-Ата, 1956. – №9. – С. 90-97.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т.13. Центральный и Южный Казахстан, вып.2. Бассейн оз. Балхаш, Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 645 с.

Институт географии

**ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕК СЕВЕРНОГО
СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ**

Доктор геогр. наук

Ж
.
Д
.
Д
о
с
т
а
й

В статье рассмотрены результаты экспедиционных гидрохимических исследований за 2003 год и сопоставлены за многолетний период (1976...1995 гг.). Реки сгруппированы по качественному составу воды и рассчитан сток солей из зоны их формирования.

УДК 502. 628. 19 (282.256. 164. 6)

ЕСІЛ ӨЗЕНІНІҢ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІМЕН ЛАСТАНУЫНА БАЙЛАНЫСТЫ СУ САПАСЫНА БАҒА БЕРУ

А.У. Ортбаева

Мақалада көп жылдық мәліметтерге сүйене отырып, Есіл өзенінің мұнай өнімдерімен ластануы гидрологиялық жеке-леген кезеңдермен байланыста қарастырылды. Орташа аз сулы жылдың сабасында (қаңтар және желтоқсан айларында) жоғарғы деңгейдегі ластанудың жүретіндігі анықталды.

Солтүстік Қазақстан облысының көптеген аймақтарындағы халықшаруашылық кешенінің дамуында, әлеуметтік-экономикалық міндеттерді шешуде Есіл өзенінің ролі жылдан жылға артқанымен, өзен суының сапасы керісінше үздіксіз төмендеуде. Өзен суының ластануы тіршілік ортасының түрленуіне әкеп соғуы мүмкін. Қазіргі таңда өзен суының ластану жағдайы жан-жақты да терең зерттеуді талап етеді.

Соңғы кездегі жүргізіліп жатқан зерттеулер негізінен Есіл өзенінің қазіргі экологиялық жағдайын Астана қаласын ауыз сумен қамтамасыз етумен байланысты. Мақалада көкейкесті болып отырған мәселе өзен суының антропогендік жолмен, мұнай өнімдерімен ластануының өзгерген гидрологиялық режимдегі әртүрлі кезеңдермен байланысты ауытқуын зерттеу.

Есіл өзенін мұнай өнімдерімен ластануын зерттеудегі мақсатымыз көпжылдық мәліметтерге сүйене отырып, сулылықтың әртүрлі қамтамасыздығында ($P = 25 \%$; $P = 50 \%$; $P = 75 \%$; $P = 95 \%$) және соңғы жылдағы (2001 жыл) ластану дәрежесінің өзгеру бағытына баға беру және жіктеу. Зерттеу төмендегідей тұстамалар (атаулары қысқартылып беріледі) бойынша жүргізілді: Түргенев селосы; Астана қаласы (қаладан 3 км жоғары) - А (1); Астана қаласы (шойын қорыту зауытының (ШҚЗ) ағын суларының төгіндісінен 5 км төмен) - А (2); Астана қаласы (ШҚЗ-ның ағын сулары төгіндісінен 8 км төмен) - А (3); Державинск селосы; Каменный карьер селосы, Сергеевка қаласы (қаладан жоғары) - С (1); Сергеевка қаласы (қаладан жоғары) - С (2);

Петропавл қаласы (су көтеретін бөгеттен 15 км жоғары) - П (1), Петропавл қаласы (2-ші жылу электростанциясының ағын сулары төгіндісінен 5 км төмен) - П (2) және Долматов селосы.

Есіл өзеніндегі мұнай өнімдері концентрациясының мол сулы жылдағы (P=25 %) ағынның ұзындығы бойынша таралуы мынадай:

-қаңтар: Астана (1) - 0,03 мг/дм³; Астана (2) - 0,03 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,18 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,20 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,25 мг/дм³; Долматово селосы - 0,25 мг/дм³. Мұнай өнімдері бойынша шекті рауалы концентрация (ШРК) 0,05 мг/дм³ тең екенін ескерсек, қаңтар айында қарастырылып отырған ластаушы заттың шекті мөлшерден біршама асқандығын байқаймыз, яғни Каменный карьер селосы тұстамасында мұнай өнімінің концентрациясы 3,6 есеге, Петропавл қаласы және Долматов селосы тұстамаларында 4-5 есеге өскен.

-ақпан: Астана (2) - 0,06 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Астана (4) - 0,08 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,25 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,30 мг/дм³; Долматово селосы - 0,00 мг/дм³. Мұнай өнімдері концентрациясы 5-6 есеге өсуі Петропавл қаласы тұстамаларында тіркелген.

-наурыз: Астана (2) - 0,07 мг/дм³; Астана (3) - 0,07 мг/дм³; Астана(4) - 0,1 мг/дм³; Сергеевка - 0,00 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,09 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,05 мг/дм³; Долматово селосы - 0,05 мг/дм³.

-сәуір: Тургеневка селосы - 0,07 мг/дм³; Астана (2) - 0,10 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Астана (4) - 0,10 мг/дм³; Державинск селосы - 0,15 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,18 мг/дм³; Сергеевка - 0,06 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,04 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,04 мг/дм³; Долматово селосы - 0,09 мг/дм³.

-мамыр: Тургеневка селосы - 0,07 мг/дм³; Астана (2) - 0,07 мг/дм³; Астана (3) - 0,04 мг/дм³; Астана (4) - 0,04 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,25 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,96 мг/дм³; Долматово селосы - 0,06 мг/дм³. Мамыр айында мұнай өнімдері концентрациясының шекті мөлшерден күрт өсуі Петропавл қаласының тұстамаларында байқалды, яғни бөгеттен 15 км жоғарыда мұнай өнімдерінің мөлшері шекті рауалы концентрациядан 5 есеге артса, келесі тұстамада (2-ші ЖЭС-ның ағын сулары төгіндісінен 5 км төмен) мұнай өнімдерімен ластану 19,2 ШРК құрайды.

-маусым: Астана (2) - 0,02 мг/дм³; Астана (3) - 0,03 мг/дм³; Астана (4) - 0,05 мг/дм³; Державинск селосы - 0,12 мг/дм³; Сергеевка - 0,19 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,25 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,32 мг/дм³; Долматово селосы - 0,05 мг/дм³. Петропавл қаласының 2-ші ЖЭС -нан төмен орналасқан тұстамасында мұнай өнімдерімен ластану алдыңғы аймен салыстырғанда едәуір төмендеген.

-шілде: Астана (2) - 0,05 мг/дм³; Астана (3) - 0,08 мг/дм³; Астана (4) - 0,06 мг/дм³; Сергеевка - 0,00 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,03 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,06 мг/дм³; Долматово селосы - 0,02 мг/дм³. Шілдеде мұнай өнімдерінің мөлшері алдыңғы аймен салыстырғанда Сергеевка және Петропавл қалалары тұстамалырында біршама төмендеген.

-тамыз: Тургеневка селосы - 0,03 мг/дм³; Астана (2) - 0,08 мг/дм³; Астана (3) - 0,1 мг/дм³; Астана (4) - 0,11 мг/дм³; Державинск селосы - 0,03 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,08 мг/дм³; Сергеевка - 0,12 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,05 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,05 мг/дм³; Долматово селосы - 0,09 мг/дм³.

-қыркүйек: Астана (2) - 0,10 мг/дм³; Астана (3) - 0,09 мг/дм³; Астана (4) - 0,07 мг/дм³; Сергеевка - 0,02 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,10 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,15 мг/дм³; Долматово селосы - 0,20 мг/дм³.

-қазан: Тургеневка селосы - 0,04 мг/дм³; Астана (2) - 0,09 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Астана (4) - 0,06 мг/дм³; Державинск селосы - 0,22 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,13 мг/дм³; Сергеевка - 0,09 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,16 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,18 мг/дм³; Долматово селосы - 0,15 мг/дм³.

-қараша: Астана (2) - 0,03 мг/дм³; Астана (3) - 0,03 мг/дм³; Астана (4) - 0,03 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,15 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,20 мг/дм³; Долматово селосы - 0,18 мг/дм³.

-желтоқсан: Астана (2) - 0,05 мг/дм³; Астана (3) - 0,09 мг/дм³; Астана (4) - 0,09 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,08 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,15 мг/дм³; Долматово селосы - 0,17 мг/дм³.

Мол сулы жылы өзеннің ұзындығы бойынша мұнай өнімдерінің таралуында ластаушы заттардың шоғырлануының шекті мөлшерден артуы Петропавл қаласы тұстамаларында тіркелген.

Орташа сулы жылдағы (P = 50 % қамтамасыздықта) мұнай өнімдері концентрациясының Есіл өзенінің ұзындығы бойынша таралуы мынадай:

-қаңтар: Астана (2) - 0,07 мг/дм³; Астана (3) - 0,34 мг/дм³; Астана (4) - 0,08 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,00 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,00 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,00 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,00 мг/дм³; Долматово селосы - 0,00 мг/дм³.

-ақпан: Астана (2) - 0,09 мг/дм³; Астана (3) - 0,08 мг/дм³; Астана (4) - 0,03 мг/дм³; Державинск селосы - 0,15 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,33 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,28 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,23 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,29 мг/дм³; Долматово селосы - 0,20 мг/дм³.

-наурыз: Астана (2) - 0,03 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Астана (4) - 0,03 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,17 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,68 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,23 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,09 мг/дм³; Долматово селосы - 0,35 мг/дм³.

-сәуір: Астана (2) - 0,05 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Астана (4) - 0,05 мг/дм³; Державинск селосы - 0,08 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,04 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,48 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,05 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,37 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,20 мг/дм³; Долматово селосы - 0,06 мг/дм³.

-мамыр: Астана (3) - 0,03 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,38 мг/дм³; Сергеевка (2) - 1,33 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,19 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,14 мг/дм³; Долматово селосы - 0,14 мг/дм³.

-маусым: Астана (2) - 0,03 мг/дм³; Астана (3) - 0,03 мг/дм³; Астана (4) - 0,02 мг/дм³; с. Державинск - 0,04 мг/дм³; с. Каменный карьер - 0,00 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,36 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,30 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,41 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,14 мг/дм³; Долматово селосы - 0,36 мг/дм³.

-шілде: Астана (2) - 0,02 мг/дм³; Астана (3) - 0,02 мг/дм³; Астана (4) - 0,03 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,44 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,05 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,41 мг/дм³; Долматово селосы - 0,98 мг/дм³.

-тамыз: Астана (2) - 0,07 мг/дм³; Астана (3) - 0,04 мг/дм³; Астана (4) - 0,02 мг/дм³; Державинск селосы - 0,02 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,02 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,31 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,20 мг/дм³; Долматово селосы - 0,30 мг/дм³.

-қыркүйек: Астана (2) - 0 мг/дм³; Астана (3) - 0 мг/дм³; Астана (4) - 0,08 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,39 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,42 мг/дм³; Долматово селосы - 0,3 мг/дм³.

-қазан: Астана (2) - 0,00 мг/дм³; Астана (3) - 0,00 мг/дм³; Державинск селосы - 0,00 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,07 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,67 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,21 мг/дм³; Долматово селосы - 0,48 мг/дм³.

-қараша: Астана (2) - 0,11 мг/дм³; Астана (3) - 0,00 мг/дм³; Астана (4) - 0,07 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,24 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,15 мг/дм³; Долматово селосы - 1,36 мг/дм³.

-желтоқсан: Астана (2) - 0,12 мг/дм³; Астана (3) - 0,13 мг/дм³; Астана (4) - 0,14 мг/дм³; Державинск селосы - 0,00 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,06 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,13 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,12 мг/дм³; Долматово селосы - 0,21 мг/дм³. Орташа мол сулы жылдағы ластанудың негізгі ошақтары Сергеевка қаласы, Петропавл және Долматов селосы тұстамалары.

Орташа аз сулы жылда (P = 75 % қамтамасыздықта) мұнай өнімдерінің таралуы мынадай:

-қаңтар: Астана (1) - 0,79 мг/дм³; Астана (2) - 0,21 мг/дм³; Астана (3) - 0,24 мг/дм³; Державинск - 0,37 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,89 мг/дм³; с. Сергеевка (1) - 0,61 мг/дм³; с. Сергеевка (1) - 0,44 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,55 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,66 мг/дм³; Долматово селосы - 0,79 мг/дм³.

-ақпан: Астана (1) - 0,19 мг/дм³; Астана (2) - 0,21 мг/дм³; Астана (3) - 0,10 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,21 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,10 мг/дм³; Долматово селосы - 0,40 мг/дм³.

-наурыз: Астана (2) - 0,00 мг/дм³; Астана (3) - 0,05 мг/дм³; с. Сергеевка (1) - 0,10 мг/дм³; с. Сергеевка (1) - 0,29 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,06 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,06 мг/дм³; Долматово селосы - 0,05 мг/дм³.

-сәуір: с. Ударное - 0,18 мг/дм³; Астана (1) - 0,12 мг/дм³; Астана (2) - 0,06 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Державинск селосы - 0,00 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,00 мг/дм³; с. Сергеевка (1) - 0,10 мг/дм³; с. Сергеевка (1) - 0,02 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,02 мг/дм³.

-мамыр: Астана (1) - 0,03 мг/дм³; Астана (2) - 0,00 мг/дм³; Астана (3) - 0,00 мг/дм³; Державинск селосы - 0,09 мг/дм³; Каменный

карьер селосы - 0,02 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,26 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,00 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,02 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,02 мг/дм³; Долматово селосы - 0,03 мг/дм³.

-маусым: Астана (1) - 0,00 мг/дм³; Астана (2) - 0,04 мг/дм³; Астана (3) - 0,04 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,02 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,02 мг/дм³.

-шілде: Тургеневка селосы - 0,13 мг/дм³; Астана (1) - 0,10 мг/дм³; Астана (2) - 0,12 мг/дм³; Астана (3) - 0,10 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,05 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,12 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,15 мг/дм³; Петропавловск(2) - 0,12 мг/дм³; Долматово селосы - 0,15 мг/дм³.

-тамыз: с. Ударное - 0,15 мг/дм³; Тургеневка селосы - 0,00 мг/дм³; Астана(1) - 0,12 мг/дм³; Астана(2) - 0,15 мг/дм³; Астана(3) - 0,09 мг/дм³; Державинск селосы - 0,08 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,15 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,05 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,15 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,13 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,14 мг/дм³; Долматово селосы - 0,17 мг/дм³.

-қыркүйек: Астана (1) - 0,05 мг/дм³; Астана (2) - 0,10 мг/дм³; Астана (3) - 0,12 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,05 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,10 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,12 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,12 мг/дм³; Долматово селосы - 0,10 мг/дм³.

-қазан: Тургеневка селосы - 1,04 мг/дм³; Астана (1) - 0,30 мг/дм³; Астана(2) - 0,42 мг/дм³; Астана (3) - 0,33 мг/дм³; Державинск селосы - 0,17 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,20 мг/дм³; Сергеевка (1) - 0,05 мг/дм³; Сергеевка (2) - 0,09 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,31 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,17 мг/дм³; Долматово селосы - 0,18 мг/дм³.

-қараша: Астана (1) - 0,06 мг/дм³; Астана (2) - 0,05 мг/дм³; Астана (3) - 0,05 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,05 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,27 мг/дм³; Долматово селосы - 0,16 мг/дм³.

-желтоқсан: Астана (1) - 0,10 мг/дм³; Астана (2) - 0,21 мг/дм³; Астана (3) - 0,30 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,63 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,70 мг/дм³; Долматово селосы - 0,69 мг/дм³.

Орташа аз сулы жылы қаңтар және желтоқсан айларында өзеннің барлық тұстамаларында ластану деңгейі көп мөлшерде өскен.

Аз сулы жылда (P=95% қамтамасыздықта) мұнай өнімдерінің Есіл өзенінің ұзындығы бойынша таралуы төмендегідей көрсеткіштермен сипатталады:

-қаңтар: Астана (2) - 0,05 мг/дм³; Астана (3) - 0,03 мг/дм³; Астана (4) - 0,09 мг/дм³; Державинск - 0,30 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,32 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,18 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,12 мг/дм³; Долматово селосы - 0,30 мг/дм³.

-ақпан: Астана (2) - 0,04 мг/дм³; Астана (3) - 0,02 мг/дм³; Астана (4) - 0,1 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,12 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,10 мг/дм³; Долматово селосы - 0,14 мг/дм³.

-наурыз: Астана (2) - 0,08 мг/дм³; Астана (3) - 0,07 мг/дм³; Астана (4) - 0,04 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,11 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,11 мг/дм³; Долматово селосы - 0,21 мг/дм³.

-сәуір: Тургеневка селосы - 0,07 мг/дм³; Астана (2) - 0,07 мг/дм³; Астана (3) - 0,02 мг/дм³; Астана (4) - 0,04 мг/дм³; Державинск селосы - 0,25 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,22 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,09 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,06 мг/дм³; Долматово селосы - 0,58 мг/дм³.

-мамыр: Астана (2) - 0,05 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Астана (4) - 0,09 мг/дм³; Державинск селосы - 0,26 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,18 мг/дм³; Сергеевка - 0,32 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,14 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,07 мг/дм³; Долматово селосы - 0,25 мг/дм³.

-маусым: Астана (2) - 0,05 мг/дм³; Астана (3) - 0,05 мг/дм³; Астана (4) - 0,04 мг/дм³; Державинск селосы - 0,92 мг/дм³; Каменный карьер селосы - 0,61 мг/дм³; Сергеевка - 0,22 мг/дм³; Петропавловск (1) - 1,01 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,98 мг/дм³; Долматово селосы - 0,95 мг/дм³. Маусым айында мұнай өнімдері концентрациясының Державинск селосы тұстамасында 18,4 есеге, Каменный карьер селосы тұстамасында 12,2 есеге, Сергеевка қаласы тұстамасында 4,4 есеге, Петропавл қаласының бөгеттен 15 км жоғарыдағы тұстамасында 20,2 есеге, қаланың жылу электр станциясының ағын сулар төгіндісінен 5 км төмен тұстамасында 19,6 есеге және Долматов селосы тұстамасында 19 есеге күрт өсуі тіркелген. Ластану деңгейінің мұндай ауытқуын аз сулы жылдағы ағынның табиғи жолмен өзін-өзі тазартуының бәсеңдеуімен түсіндіруге болады, бұл процесс жасанды жол-

мен, яғни Вячеславск және Сергеевск бөгендерінің каскадтары көмегімен іске асырылады.

-шілде: Астана (2) - 0,04 мг/дм³; Астана (3) - 0,04 мг/дм³; Астана (4) - 0,08 мг/дм³; Сергеевка - 0,18 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,06 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,10 мг/дм³; Долматово селосы - 0,06 мг/дм³.

-тамыз: Тургеневка селосы - 0,08 мг/дм³; Астана (2) - 0,04 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Астана (4) - 0,07 мг/дм³; Державинск селосы - 0,29 мг/дм³; Сергеевка - 0,61 мг/дм³. Өзеннің жоғарғы ағысындағы тұстамаларда ластаушы заттардың мөлшері белгіленген деңгейден өте көп аса қоймаған, ал Державинск селосы және Сергеевка селосы тұстамаларында мұнай өнімдерінің концентрациясы күрт өсіп, 5,8-12,2 ШРК-ға дейін көтерілген.

-қыркүйек: Астана (2) - 0,13 мг/дм³; Астана (3) - 0,13 мг/дм³; Астана (4) - 0,06 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,14 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,13 мг/дм³; Долматово селосы - 0,14 мг/дм³. Қыркүйек айындағы өзеннің ұзындығы бойынша ластануында алдыңғы тамыз айындағыдай ластану деңгейінің кенеттен өзгеруі байқалмайды. Мұнда барлық тұстамаларда салыстырмалы біркелкі таралу, яғни 1,2 ден 2,8 ШРК-ға дейінгі ластану тіркелген.

-қазан: Тургеневка селосы - 0,06 мг/дм³; Астана (2) - 0,10 мг/дм³; Астана (3) - 0,07 мг/дм³; Астана (4) - 0,06 мг/дм³; Сергеевка - 0,30 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,15 мг/дм³; Долматово селосы - 0,12 мг/дм³. Қазан айындағы ластаушы заттардың шекті мөлшерден асқан ең жоғарғы көрсеткіші Сергеевка қаласы тұстамасында тіркелген.

-қараша: Астана (2) - 0,02 мг/дм³; Астана (3) - 0,04 мг/дм³; Астана (4) - 0,02 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,16 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,24 мг/дм³; Долматово селосы - 0,30 мг/дм³. Өзеннің Астана қаласы тұстамаларынан төменгі ағысында мұнай өнімдері концентрациясы 3,2-ден 6 есеге дейін шекті мөлшерден асқандығы тіркелген.

-желтоқсан: Астана (2) - 0,06 мг/дм³; Астана (3) - 0,11 мг/дм³; Астана (4) - 0,10 мг/дм³; Петропавловск (1) - 0,09 мг/дм³; Петропавловск (2) - 0,09 мг/дм³; Долматово селосы - 0,07 мг/дм³.

Сулылықтың Р=75% қамтамасыздығында мұнай өнімдерімен ластану үнемі байқалып отырған ірі қалалармен қатар, Державинск

және Каменный карьер селолары тұстамаларында да ластану деңгейінің өсуі байқалады.

Мұнай өнімдерінің Есіл өзенінің ұзындығы бойынша таралуының 2001 жылғы мәліметтері Тургенев селосы және Астана қаласы тұстамалары бойынша ғана жүргізілген:

-қаңтар: Тургеневка селосы - 0,03 мг/дм³; Астана (2) - 0,03 мг/дм³; Астана (3) - 0,04 мг/дм³; Астана (4) - 0,05 мг/дм³.

-ақпан: Тургеневка селосы - 0,03 мг/дм³; Астана (2) - 0,07 мг/дм³; Астана (4) - 0,07 мг/дм³.

-наурыз: Тургеневка селосы - 0,04 мг/дм³; Астана (2) - 0,04 мг/дм³; Астана (3) - 0,05 мг/дм³; Астана (4) - 0,05 мг/дм³.

-сәуір: Тургеневка селосы - 0,22 мг/дм³; Астана (2) - 0,37 мг/дм³; Астана (3) - 0,17 мг/дм³; Астана (4) - 0,16 мг/дм³. Сәуір айында, алдыңғы айлармен салыстырғанда, ластану өзеннің берілген барлық тұстамаларында шекті мөлшерден 3,2- 7,4 есеге асқан.

-мамыр: Тургеневка селосы - 0,03 мг/дм³; Астана (2) - 0,03 мг/дм³; Астана (3) - 0,02 мг/дм³; Астана (4) - 0,03 мг/дм³.

-маусым: Тургеневка селосы - 0,02 мг/дм³; Астана (2) - 0,06 мг/дм³; Астана (3) - 0,04 мг/дм³; Астана (4) - 0,02 мг/дм³.

-шілде: Тургеневка селосы - 0,02 мг/дм³; Астана (2) - 0,05 мг/дм³; Астана (3) - 0,04 мг/дм³; Астана (4) - 0,02 мг/дм³.

-тамыз: Тургеневка селосы - 0,03 мг/дм³; Астана (2) - 0,06 мг/дм³; Астана (3) - 0,02 мг/дм³; Астана (4) - 0,03 мг/дм³.

-қыркүйек: Тургеневка селосы - 0,05 мг/дм³; Астана (2) - 0,10 мг/дм³; Астана (3) - 0,06 мг/дм³; Астана (4) - 0,4 мг/дм³.

-қазан: Тургеневка селосы - 0,09 мг/дм³; Астана (2) - 0,16 мг/дм³; Астана (3) - 0,18 мг/дм³; Астана (4) - 0,14 мг/дм³.

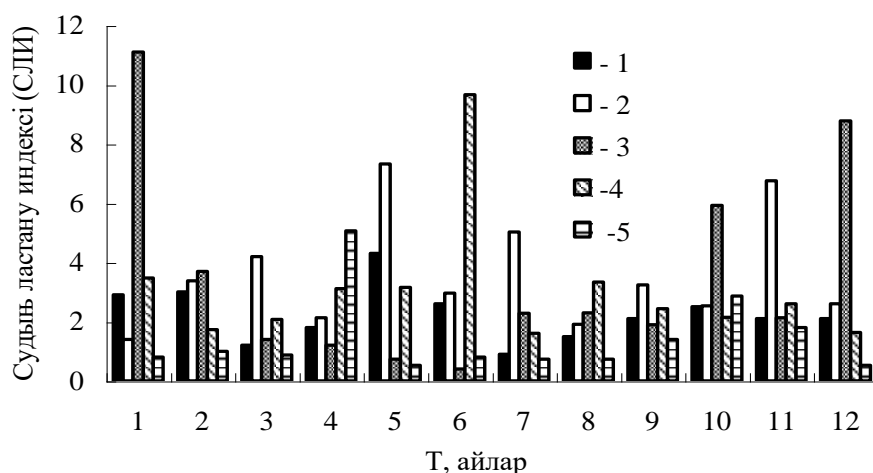
-қараша: Тургеневка селосы - 0,05 мг/дм³; Астана (2) - 0,14 мг/дм³; Астана (3) - 0,08 мг/дм³; Астана (4) - 0,1 мг/дм³.

-желтоқсан: Тургеневка селосы - 0,02 мг/дм³; Астана (2) - 0,03 мг/дм³; Астана (3) - 0,03 мг/дм³. Соңғы жылдың мәліметтері бойынша сәуір мен қазан айларында мұнай өнімдерімен ластану өзеннің барлық тұстамаларында байқалған.

Сонымен, Есіл өзенінің барлық тұстамаларында, яғни Тургенев селосынан бастап, соңғы Долматов селосы тұстамасына дейін өзен суында мұнай өнімдері концентрациясының әртүрлі мөлшерде бар-

лығы анықталды. Соның ішінде ірі қалалардың тұсында және соңғы тұстамада ластану деңгейінің күрт артуы байқалады.

Алынған нәтижелерге сүйене отырып, Есіл өзенінің мұнай өнімдерімен ластануына баға беру және ластану дәрежесіне қарай жіктеу Қазақстан Республикасының Санитарлық нормалар мен ережесі талаптарына сай жүргізіледі. Зерттеу мәліметтері бойынша, мұнай өнімдерінің шекті деңгейден көп мөлшерде артуы көктем – жаз айларына, әсіресе сәуір, мамыр, маусым айларына және күз-қыс мезгілдерінің қазан, караша, желтоқсан және қаңтар айларына сәйкес келеді. Бірінші жағдайда ластану көктемгі- жазғы жауын- шашынмен өзенге келіп түсетін беткі ағын сулардың көбеюімен байланысты, ал екінші жағдайда, өзен суының ең төменгі сабасында су көзіне келіп түскен ластаушы заттардың таза сумен араласуы бәсеңдейді. Ластаушы заттардың өзен суында таралуының осындай өзгеру бағыты, яғни жыл ішінде өзен суының төменгі деңгейдегі мерзімінде ластанудың жоғарғы көрсеткішке ие болуы көп жылдық кесіндідегі сулылықтың әртүрлілігінде де сақталған, яғни орташа аз және аз сулы жылдары мұнай өнімдері концентрациясының жоғарғы мәндері тіркелген.



Сурет. Есіл өзенінің мұнай өнімдерімен ластануының ағынның әртүрлі қамтамасыздығындағы өзгеру бағыты. Ескертпе: 1 - сулылықтың $P = 25\%$ қамтамасыздығында; 2 - сулылықтың $P = 50\%$ қамтамасыздығында; 3 - сулылықтың $P = 75\%$ қамтамасыздығында; 4 - сулылықтың $P = 95\%$ қамтамасыздығында.

Сонымен, суретте көрсетілгендей, сулылықтың $P = 25 \%$ қамтамасыздығында мұнай өнімдерінің концентрациясы шекті мөлшерден шамамен 1-4 есеге дейін асқан, ең жоғарғы көрсеткіш мамыр айында тіркелген. Мол сулы жылдағы судың ластану индексі 2,20-ға тең келіп, өзен суының сапасы мұнай өнімдерімен ластануы бойынша орташа ластанған деп бағаланады. Орташа мол сулы жылы ($P = 50 \%$) мұнай өнімдері концентрациясының жыл ішіндегі таралуы бойынша жоғары деңгейдегі ластану деп жіктеледі. Бұл жылда диаграммада көрсетілгендей, мамыр және караша айларында мұнай өнімдерінің концентрациясы ШПК-дан 6 есеге өскендігі тіркелген.

Сулылықтың $P = 75 \%$ қамтамасыздығында жыл ішіндегі судың ең төменгі сабасында, яғни қаңтар және желтоқсан айларында мұнай өнімдерінің концентрациясы 8,77...11,1 есеге дейін асқан. Орташа аз сулы жылы алдыңғы мол сулы және орташа мол сулы жылдармен салыстырғанда анағұрлым жоғарғы дәрежедегі көрсеткіштер тіркелген, яғни ластанудың үлкен мәндерге ие болуы ластану процесінің аз сулы жылда жүруі және өзен суының ең төменгі деңгейдегі мезгіліне (қыс айларында) сәйкес келуімен байланысты. Мұнда табиғи судың ластаушы заттардың шоғырлануын таза сумен араластыру мүмкіндігі төмен. Сонымен, аз сулы жылдағы мұнай өнімдерімен ластануы бойынша өзен суының сапасы жоғары деңгейде ластанған деп жіктеледі.

Аз сулы жылы өзен суының табиғи жолмен тазаруының бәсеңдігі салдарынан, ластану дәрежесі көп жағдайда су экожүйесіне қауіпті шегіне жетеді. Жыл ішіндегі мұнай өнімдері концентрациясының шекті мөлшерден 9,9 есеге өсуінің маусым айында байқалуы, ластану процесінің аз сулы жылда орын алуымен байланысты. Судың ластану индексі (СЛИ) 3,08-ге тең. Белгіленген талаптарға сай жоғары деңгейдегі ластану класына жіктеледі. Соңғы жылдың мәліметтері бойынша, яғни 2001 жылдағы мұнай өнімдерінің концентрациясының өзен суында таралуында ластанудың кенеттен өзгеруі сәуір айында байқалған. Бұл айда ластаушы заттардың шекті мөлшерінен 5 есеге өсуі, көктемдегі жер бетінен жауын-шашынмен шайылған ағын сулардың молдығымен түсіндіріледі. Жыл ішіндегі басқа айларда ластаушы заттардың шоғырлануының күрт өсуі тіркелмеген, яғни судың ластану индексі шамамен 0,53 тен 2,87-ге дейінгі аралықта өзгерген, ал орташа жылдық СЛИ-1,43-

ке тең болғандықтан, мұнай өнімдерімен ластану бойынша Есіл өзенінің су сапасы нормативті таза деп бағаланады.

Зерттеу нәтижелері бойынша, Есіл өзенінің мұнай өнімдерімен жоғары деңгейде ластануы орташа мол сулы, орташа аз сулы және аз сулы жылдарға сай келді, яғни ластаушы заттардың өзен суында таралуы экстремалды жағдайдан басқа уақыттарда жылдың әртүрлі сулылығына тәуелді. Әсіресе, аз сулы жылдың сабасында ластанудың қауіпті деңгейге жететіні байқалды. Ластану процесінің мұндай кезеңдерде үлкен ауытқуға ұшырауы, яғни орташа аз сулы және аз сулы жылдарда белгілі бір көлемде түскен ластаушы заттардың басқа мол сулы және орташа мол сулы жылдармен салыстырғанда жоғары деңгейде сақталуы су экожүйесі үшін де, су көзін әртүрлі мақсатта пайдаланып отырған жергілікті халық үшін де кері әсерін тигізері сөзсіз. Әрине, Өзен суындағы ластану процестерінің судағы тіршілік көзіне, жергілікті тұрғындардың денсаулығына тигізетін әсерін қарастыру жан-жақты толық зерттеулерді талап етеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ежегодные данные качества поверхностных и морских вод. 1970-2001 гг. Алматы, Казгидромет.
2. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Искаков Н.А., Кудеков Т.К., Базарбаев С..К. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана. – Алматы: Канагат, 2003. – 723 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ Р. ЕСИЛЬ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

А.У. Ортбаева

В статье рассматривается загрязнение р. Есиль нефтепродуктами в зависимости от гидрологических фаз отдельных периодов по многолетним данным. Выявлено, что в меженный период в среднемаловодном году загрязнение достигает высоких пределов.

УДК 504.4.062.2(574)

**ҚАСКЕЛЕҢ ӨЗЕНІНІҢ ЛАСТАНУ ДЕҢГЕЙІН АНЫҚТАУ
НӘТИЖЕЛЕРІНЕН**

Ж.Қ. Турениязова

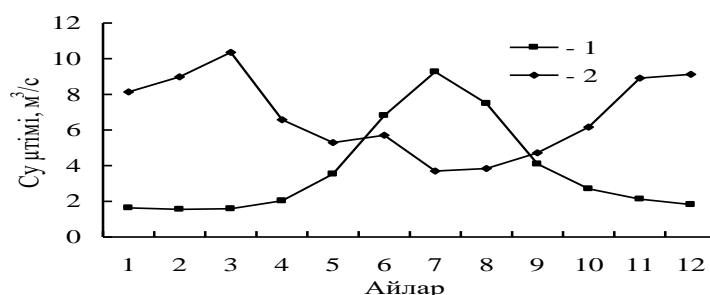
Қаскелең өзені суының сапасын бағалауда ластанудың негізгі көзі Үлкені Алматы саласымен толығымен тұсы болып табылатыны анықталынды. Өзен суының мұнай өнімдері, нитрит ионы және фторидтермен үздіксіз ластануы тіркелген.

Қазіргі таңда су ресурстарының мониторингін ұйымдастыру мәселесіне көп көңіл бөлінуі өндірістің қарқындап дамуымен таза су мен су экожүйелерін қорғау кезек күттірмейтін мәселеге айналуынан туындап отыр. Сондықтан да еліміздегі ірі өзен суларының сапасы үздіксіз бақылауға алынған. Алайда өздігінен тазалануға шамасы келмейтін, ластанудың негізгі көзі болып табылатын кіші өзендер экожүйесінің қазіргі жағдайы жеткілікті түрде зерттелмей келеді. Мемлекет тарапынан қаржының аз бөлінуі себептен, бұл өзендердегі судың ластану деңгейін анықтау су сапасын тексеретін бақылау пункттерінің қазіргі уақытта қысқартылуы нәтижесінде толық жүргізілмеуде.

Қаскелең өзенінің ластану деңгейін зерттеудің балық шаруашылығы үшін маңызы өте зор. Өйткені өзен Алматы қаласы арқылы ағатын Үлкен Алматы өзенінің ластанған суымен толыққан күйі Қапшағай бөгеніне құяды. Қазіргі уақытта Қаскелең өзенінде судың гидрохимиялық көрсеткіштері бойынша бақылау жүргізілмегендіктен, ластану жағдайы туралы деректер жоқ. Су алабының Алматы қаласы үшін маңызды табылатын Үлкен Алматы саласының ластану деңгейі үнемі бақылауда болатындықтан, Қаскелең өзенінің сапасына көңіл бөлінбей келеді. Сондықтанда аталған су нысанының экологиялық жағдайын жан-жақты қарастырудың маңызы ерекше.

Ұсынылып отырған жұмыстың негізгі мақсаты Іле өзенінің саласы ретінде Қаскелең өзенінің сапасына көпжылдық мәліметтер негізінде салыстырмалы түрде баға беру.

Қаскелең өзені Іле Алатауы жотасының солтүстік беткейіндегі Қаскелең мұздығынан (4206 м) басталып, тау етегі жазығын басып өтіп, Қапшағай бөгеніне сол жағалаудан құяды. Өзеннің ұзындығы 177 км, су жиналатын алабы 3620 км². Негізгі салалары: Егемен, Қасымбек, Көпсай, Үлкен Алматы, Шамалған, Ақсай, Көкөзек [1]. Қаскелең өзенінде алғашқы рет 1909 жылдан бастап су өтімі өлшене бастады. Бастапқыда тек судың өтімі мен деңгейіне сел тасқыны қаупі бар жағдайларда ғана бақылау жүргізілген. Судың гидрологиялық элементтерін жүйелі түрде зерттеу Қазгидрометте 1930 жылдан бастап қолға алынған. Алғашында өзенде 5 бақылау пункті болғанымен, уақыт өте келе қысқартыла түскен. Өзен қоректену типі жағынан Тянь-Шандық түріне жатады, яғни биік таулы қарлар мен мұздықтардың еруіне байланысты қалыптасқан көктемгі-жазғы су тасуымен ерекшеленеді [5].



Сур. 1. Қаскелең өзеніндегі су ағынының жыл ішіндегі үлестірімі.
1- таудан шыға берісі, 2- Қапшағай бөгеніне құяр тұсы.

Жоғарыдағы суретте Қаскелең өзеніндегі су өтімінің 1990...2000 жылдар аралығындағы мәндеріне сүйене отырып, ағынның көпжылдық орташа жыл ішіндегі динамикасы қарастырылған. Таудан шыға беріс тұсындағы қисық сызық өзеннің қоректену типін айқын көрсетеді Судың тасу кезеңі өзенде таудан шыға берісте сәуір айының орта шенінен басталып, қазан айының басына дейін жалғасады. Судың ең көп көтерілуі шілде айына сәйкес келеді, орташа мөлшері 9,27 м³/с. Судың сабасына түсу кезеңі қараша айынан наурызға дейін жалғасады, ол өзеннің жерасты суымен қоректенуіне байланысты. Ал өзеннің сағасындағы ағынның жыл ішінде таралуы түбегейлі өзгеріске ұшыраған, яғни жыл бойына судың өзара теңелу жағдайы байқалады. Бұл өзеннің таулы бөлігіндегі СЭС-ның жұмысымен байланысты. Сонымен

қатар жазғы мезгілде судың күрт төмендеуі егіншілікке есепсіз пайдаланудың да салдары. Нақты мәліметтерге сүйенсек, Қаскелең қаласы мен сағасы аралығында 19, ал су алабында 84 су тарту каналдары мен сорғылар орналасқан [4]. Жыл сайын пайдаланатын судың жылдық орташа мөлшері өзенде 3,52 және алапта 10,2 м³/с құрайды. Бұл келтірілген дәйектерге бау-бақша суғаруға жұмсалатын судың мөлшерін есепке алмағандықтан, өзен суының талан-таражға түсуі нақты жағдай. Осы айтылғандарға суреттегі 2-қисық толық негіз бола алады.

Қаскелең өзенінің қазіргі уақыттағы ластану бағытын анықтау мақсатында судың гидрохимиялық көрсеткіштерін соңғы жылдар аралығында қарастыруға тырысқан болатынбыз. Алайда Қаскелең өзені бойынша судың сапасына бақылау Қазгидрометте жүйелі жүргізілмегендіктен, соңғы жылдардағы (1989...1993 және 1998 жж.) мәліметтерге сүйенуге тура келді. Өзен суының сапасы М.Ж. Бүрлібаевтың [2] ұсынған “Беткі сулардың спасын кешенді бағалау әдістемесі” негізінде қарастырылды. Жинақталған мәліметтер негізінде өзеннің әрбір тұстарындағы сапасы зерттелді. Бұл зерттеу нысаны өзеннің ұзындығы бойынша ластану дәрежесін және ластану көздерін анықтауға мүмкіндік береді.

Төмендегі кестедегі зерттеу нәтижелері көрсеткендей, 1989 жылы өзеннің барлық тұсында сапасы жағынан ластанудың 2 класына жатады, яғни таза болып есептелінеді. Қаскелең қаласынан 5,5 км жоғары тұстамасындағы кешенді судың ластану индексі (СЛИ) 0,46 болғанымен, мұнай өнімдерінің шектеулі рауалы шоғырланудан (ШРШ) 1,4 есе өсуі тіркелген. Өзеннің сағасында жоғарғы бөлігіне қарағанда судың ластану дәрежесінің ұлғайғаны байқалады, дегенменде СЛИ 1-ге тең болғандықтан су таза болып есептеледі. Мұнда өзен суының фенолмен (ШРШ-дан 1,1 есе), мұнай өнімдерімен (1,6 есе), нитрит ионымен (2,3 есе), мыспен (2,0 есе), фторидтермен (1,8 есе) ластануы байқалады. Әсіресе судың нитритпен маусым айында жоғары ластануы, атап айтқанда шекті мөлшерден 11,6 есе артуы тіркелген. Қарастырылған жылда судың сапасы ұзындығы бойынша таза болғанымен, судың ластанған тұсы сағасы болып табылады.

1990 жылы өзеннің Қаскелең қаласы маңындағы судың ластану деңгейі 2 класс, яғни таза болғанымен, өзеннің төменгі бөлігінде судың сапасы нашарлай түскен. Өзеннің сағасындағы кешенді СЛИ-дің мәні 1,1 және сапасы жағынан 3 класқа, яғни орташа ластану деңгейіне өскен. Қаскелең қаласынан 5,5 км жоғары тұсында мұнай

өнімдерінің ШРШ-дан 5,7 есе, нитриттің 1,8 есе өсуі тіркелген. Өзеннің сағасындағы судың ластанушы заттары фенол (2,4 ШРШ), мұнай өнімдері (3,4 ШРШ), фторидтер (1,6 ШРШ) болып табылады. Осы тұста мұнай өнімдерінің маусым айында жоғары ластануы тіркелген. Оның шоғырлануы ШРШ-дан 13,8 есеге күрт өскен. Өзеннің мұнай өнімдерімен өте көп дәрежеде ластануы жоғарғы ағысындағы ластанған судың Үлкен Алматы өзенінің қосылуы нәтижесінде екінші рет ластануымен байланысты болуы мүмкін.

Кесте

Қаскелең өзенінің ұзындығы бойынша ластану деңгейі

Уақыт	Бақылау орнының атауы	Судың ластану индексі	Су сапасының сипаттамасы
1989	Қаскелең қаласынан 5,5км жоғары	0,46	2 класс, таза
	Сағадан 13км жоғары	1,0	2 класс, таза
1990	Қаскелең қаласынан 5,5км жоғары	0,9	2 класс, таза
	Сағадан 13км жоғары	1,1	3 класс, орташа ластанған
1991	Қаскелең қаласынан 5,5км жоғары	1,95	3 класс, орташа ластанған
	Сағадан 13км жоғары	1,68	3 класс, орташа ластанған
1992	Қаскелең қаласынан 5,5км жоғары	0,92	2 класс, таза
	Қаскелең қаласынан 0,5км төмен Сағадан 13км жоғары	0,93 1,47	2 класс, таза 3 класс, орташа ластанған
1993	Қаскелең қаласынан 5,5км жоғары	0,56	2 класс, таза
	Қаскелең қаласынан 0,5км төмен	0,85	2 класс, таза
	Іле кеңшарынан 6км төмен Сағадан 13км жоғары	1,24 1,27	3 класс, орташа ластанған 3 класс, орташа ластанған
1998	Қаскелең қаласынан 5,5км жоғары	0,39	2 класс, таза
	Қаскелең қаласынан 0,5км төмен	0,65	2 класс, таза
	Іле кеңшарынан 9км жоғары Іле кеңшарынан 6км төмен	0,63 0,85	2 класс, таза 2 класс, таза

Өзеннің ұзындығы бойынша ластануы 1991 жылда айқын байқалады, қала маңы мен сағасында судың ластану деңгейі 3 класс – орташа ластануына жатады. Қаскелең қаласынан 5,5 км жоғары тұстаманың ластану индексі 1,95, яғни судың ластануы алдағы жылдарға қарағанда әлдеқайда жоғары. Әсіресе бұл тұста фенол мен мұнай өнімдерімен жоғары ластану дәрежесі қалыптасқан. Атап айтқанда, фенолдың орташа шоғырлануы ШРШ-дан 5,5 есе, ал қыркүйек айында 12 есе өсуі тіркелген. Ал мұнай өнімдері болса жыл бойына жоғары ластануға ұшыраған. Оның орташа ластану индексі 9,9 болғанымен, тамызда ШРШ-дан 20,2 есе, қыркүйекте 12,6 есе, қарашада 13,4 есе өскен. Өзен суының мұндай ластануы апаттық төгіндімен байланысты болуы мүмкін. Сонымен қатар бұл тұстамада темір және мыс иондарымен, фторидтермен ластануы тіркелген. Өзеннің сағасындағы судың ластану дәрежесі жоғарғы тұсына қарағанда 1,68-ге азайған, сонымен бірге фенол мен мұнай өнімдері де қоса төмендей түскен. Атап айтқанда, фенолдың орташа шоғырлануы ШРШ-дан 2,4 және мұнай өнімдерінің 2,6 есе өсуі тіркелген. Ластау көрсеткіштерінің біршама төмендеуі өзеннің басқа салаларымен толығыуы нәтижесінде табиғи тазалану мүмкіндігімен түсіндіріледі. Сонымен қатар бұл тұста өзен нитрит, темір және мыс иондарымен, фторидтермен ластанған.

1992 жылы Қаскелең қаласы маңында судың сапасы 2 класс – таза, кешенді судың ластану индексі 0,92-0,93. Өзеннің сағасына қарай судың сапасы нашарлап, ластану индексі 1,47-ге, ластанудың 3 класына – орташа ластану дәрежесіне жатады. Қаскелең қаласынан 5,5 км жоғары тұсында судың негізгі көздері фенол (5,3 ШРШ), мұнай өнімдері (2,9 ШРШ), фторидтер (1,3 ШРШ). Қаскелең қаласынан 0,5 км төменіректе фенолдың орташа шоғырлануының ШРШ-дан 2,3 есе, мұнай өнімдерінің 3,1 есе, кадмийдің 1,1 есе, фторидтің 1,3 есе көтерілуі байқалады. Ал өзеннің сағасындағы ластаушы заттардың қатары қосыла түскен, нақты атағанда фенол, мұнай өнімдері, нитриттер, мыс және фторидтер болып табылады. Бұл тұста фенолдың ШРШ-дан 3,9 есе, мұнай өнімдерінің 2,9 есе, нитрит ионының 3,9 есе, мыстың 2,3 есе, фторидтердің 1,4 есе артуы тіркелген.

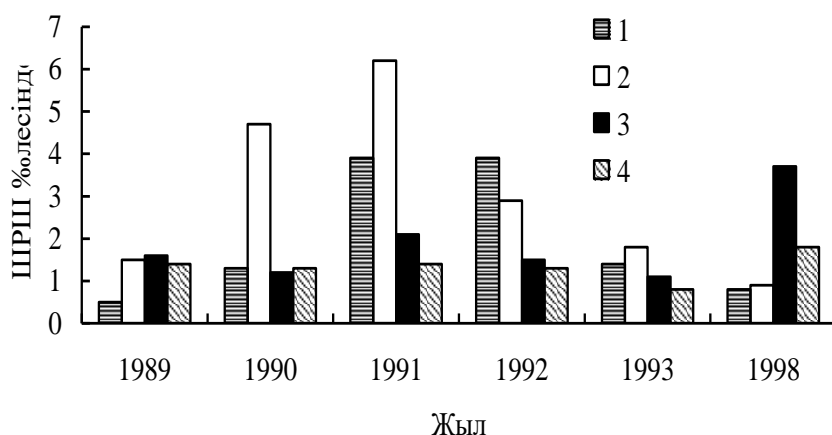
Өзеннің Қаскелең қаласы маңындағы тұстамаларында 1993 жылы судың сапасы 2 класқа жатады, яғни таза болып есептеледі. Қаскелең

қаласынан 5,5 км жоғарыдағы тұстамасында судың ластану деңгейі небәрі 0,56 болғанымен, шайырмен (2,3 ШРШ), мұнай өнімдерімен (1,7 ШРШ) ластанған. Сонымен бірге қаладан 0,5 км төменіректе судың ластану деңгейі 0,85 болғанымен, өзеннің фенолмен (ШРШ-дан 1,1 есе), шайыр (1,8 есе), мұнай өнімдері (2,1 есе), мыс ионы (1,7 есе) сияқты заттармен ластанған. Ал өзеннің төменгі бөлігінде судың сапасы төмендеп, 3 класс – орташа ластану деңгейіне жеткен. Іле кеңшарынан 6 км төменіректе кешенді СЛИ 1,24-ке өскен және фенол (2,5 ШРШ), шайыр (4,0 ШРШ), мұнай өнімдері (1,2 ШРШ) ластаушы заттары болып табылады. Өзеннің сағасында сағасында ластаушы заттардың қатары нитрит, темір және мыс иондарымен, фторидтермен толыққан. Мұнда фенолдың орташа шоғырлануының ШРШ-дан 1,5 есе, шайырдың 3,1 есе, мұнай өнімдерінің 2,1 есе, нитриттің 2,6 есе, темірдің 1,2 есе, фторидтің 1,1 есе өсуі тіркелген.

1998 жылы судың сапасы сағасынан басқа бөліктерде таза, яғни 2 класқа жатады. Қала маңы мен Іле кеңшарынан жоғары тұстамасында өзеннің тек фторидтермен ғана ластануы тіркелген. Ал Іле кеңшарынан 6 км төменіректе суда нитрит ионы ШРШ-дан 1,1 есе және фторид 2,4 есе артық. Өзеннің ластану деңгейі сағасына таман 2,25 дейін жоғарылап, ластанудың 3 класына – орташа ластануға жеткен. Мұнда жоғарғы ағысына қарағанда ластаушы заттардың қатары толығына түскен. Фенолдың орташа шоғырлануы ШРШ-дан 1,7 есе, мұнай өнімдерінің және мыстың 1,3 есе, фторидтің 1,7 есе өсуі тіркелген. Ал нитритпен жоғары ластану жағдайы байқалған. Оның орташа шоғырлануының ШРШ-дан 16,7 есе өсуі тіркелсе, ақпан айында 48 есеге дейін жеткен. Өзенде нитрит ионының бірден көбеюі Үлкен Алматы өзенінің лас суларымен толығымен ғана түсіндіруге болады.

Жоғарыда зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, Қаскелең өзенінің барлық жылдарына тән ластаушы заттардың қатары анықталынды (Сур. 2.). Төмендегі суретте келтірілгендей, өзеннің 4 ингредиентпен үздіксіз ластануы қалыптасқан және соның ішінде әсіресе мұнай өнімдерімен жоғары ластануы ерекшелігі айқын байқалады. Өзеннің ұзындығы бойынша су сапасын зерттеу барысында анықталғандай, өзеннің жоғарғы ағысында барлық жылдарға ортақ жағдай судың сапасы таза және тек фенол, мұнай өнімдерімен ғана ішінара ластану жағдайлары байқалады. Өзеннің бұл тұста ластануы Қаскелең қаласын-

да жеке өндіріс секторларының және жанармай станцияларының шоғырлануымен байланысты.



Сур. 2. Қаскелең өзенінің ластану көрсеткіштері. 1- фенол, 2- мұнай өнімдері, 3- нитрит ионы, 4- фторидтер.

Ластанудың негізгі көзі өзеннің сағалық бөлігі болып табылады. Оған дәлел ретінде барлық қарастырылған жылдарда өзеннің төменгі бөлігінде ластану деңгейінің өсуі, яғни таза су сапасынан орташа ластану дәрежесіне дейін жетуі болып саналады. Өзеннің бұл тұста көп ластануы Үлкен Алматы өзенінің ластанған суларымен толығымен тікелей байланысты. Бұл өзеннің ластану себебі канализациялық тазартқыш қондырғылардың дұрыс жүргізілмеуі, бақыланбаған лас суларды төгу, тазартудың төменгі көрсеткіші, жалпы тағам нысандарының, әлеуметтік-тұрмыстық, әртүрлі шаруашылық құрылыстың, мал шаруашылық фермалар мен жанармай станцияларының бақылаусыз орналасуы [3]. Ал осы ластанған сумен толыққан Қаскелең өзені сағасына дейін өздігінен тазара алмайды. Өйткені жоғарыда келтірілген гидрологиялық режимнің зерттеу нәтижелері көрсеткендей, өзен сағасындағы судың шаруашылық нысандарға есепсіз жұмсалуды нәтижесінде ағынның мөлшері әсіресе жағы мезгілде күрт қысқарған, сондықтанда өзеннің табиғи тазалануға шамасы келмейді. Сағасында өзен суы ластанған күйі Қапшағай бөгеніне құяды. Соңғы жылдағы мәліметтің жоқтығынан өзеннің көпжылдық ластану сапасын қазіргі уақытпен салыстыру мүмкін болған жоқ. Алайда ластанушы заттардың ластану динамикасын салыстырмалы қарастыру

барысында өзеннің қазіргі уақытта да мұнай өнімдерімен, нитрит ионымен және фторидтермен ластануы жүріп жатыр деп болжам жасауға толық негіз бар. Өзен сапасының төмендеуі балық шаруашылығының құндылығының төмендеуіне әкеліп соғатыны да айқын. Сондықтанда өзеннің ластануын азайту үшін оған құятын Үлкен Алматы өзенінің сапасын жақсарту керек. Бұл өзендегі судың ластануына бақылауды күшейткенде ғана Қаскелең өзені сағасына дейін өздігінен тазалана алады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алматы: энциклопедиялық анықтама. – Алматы, 1983. – 623 б.
2. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж. и др. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана. – Алматы: Каганат, 2003.– 273с.
3. Информационный экологический бюллетень Республики Казахстан // III квартал 2000 г. - Алматы, 2000. – 142 с.
4. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш / Под ред. А.Б. Самаковой. – Алматы: Каганат, 2003.– 584с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн оз. Балхаш. Т.13, вып.1.– Л: Гидрометеиздат, 1970. – 643 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ Р. КАСКЕЛЕН

Ж.К. Турениязова

При оценке качества воды р. Каскелен установлено, что основным источником загрязнения стока является приток Большая Алматинка. Также выявлены непрерывные загрязнения р. Каскелен нефтепродуктами, нитритными ионами и фторидами.

УДК 628,3: 633,6

**АҚАБА СУЛАРМЕН СУҒАРУДЫҢ ГРУНТ СУЛАРЫНЫҢ
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІ**

Эконом. ғылымд. докторы Ә.Т. Әймен

Техн. ғылымд. канд.

Қ.Қ. Мұсабеков

Г.Ә. Сарбасова

Мақалада ақаба суларын ауылшаруашылық дақылдарын суғаруға қолдану нәтижесінде пайда болатын экологиялық мәселелер қарастырылды. Атап айтқанда грунт суларының деңгейлерінің өзгерулерін және олардың химиялық құрамын анықтау үшін жүргізілген тәжірибелердің нәтижелері келтірілген.

Ақаба суларын ауылшаруашылық мақсатта қолдану мүмкіндігін негіздеу кезіндегі маңызды экологиялық мәселенің бірі оларды АСҚСЖ-де тазарту болып табылады. Өйткені ақаба суларымен суғару ауылшаруашылық дақылдарының өнімін жоғарлатумен қатар, жер асты суларының ластануына әкеп соғуы мүмкін.

Суғармалы жерлерде жер асты суларының қоректенуінің негізгі қайнар көзі атмосфералық жауын-шашын, артық суғару мөлшері, биологиялық тоғандардан болатын судың сүзілуі, сонымен қатар танаптардағы жергілікті ойпаң жерлер болып табылады.

Ақаба суларымен суғару кезінде жер асты суының жағдайы су ағынының құрамына, танаптарды дайындауға, ауылшаруашылық дақылдарының суғару режиміне және суғару тәсіліне байланғысты.

Ақаба суларымен суғарғанда жер асты суларының табиғи баланстық режимі өзгеріп су қорлары жаңадан пайда болған фактордың әсерінен-суғару суларымен толығады, нәтижесінде грунт суларының режимі өзгереді, деңгейінің ауытқуы, санитарлық жағдайлары, химиялық құрамы тұрақтылықтан айрылады.

Жазғы вегетациялық кезеңдегі суғарулар аэрация аймағында суда еритін тұздардың жиналуына әкеледі. Суғару кезеңінде жиналған тұздар, өсімдіктердің өніп - өсуінен тыс кезеңде шайылып, жер асты суларына қосылады.

Ресейдің гидрогеология және инженерлі - геологиялық ғылыми-зерттеу институтының, елдің әртүрлі аудандарында, ақаба суларымен суғарулардың жер асты суларына тигізетін әсерін анықтау мақсатында жүргізген зертеулері топырақтың сүзілдіргіштік қабілетін және грунт суларының ағуын суғару режимімен суғару техникасымен аэрация аймағындағы үйлестіру арқылы суғармалы жерлердің қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз етуге болатынын дәлелдеді [9].

Грунт сулары жер бетіне жақын жатқанда (1,5 м дейін) ақаба суларымен суғарулар грунт суларының химиялық ластануына әкеледі (SO_4 , Cl , Na , NH_4 көбейеді) сонымен қатар грунт суларының деңгейі бірнеше см жоғары көтеріледі. Алқаптың табиғи түрде керіделуі нашар болған жағдайда олардың деңгейі өте баяу төмендейді және топырақтың жоғары горизонттарында тұздың жиналуы болады. Грунт суларының ең күшті минералдануы өсімдіктердің өніп - өсуі кезеңінде байқалады. Қыс кезінде барлық ұңғымаларда тұз концентрациясының 1,5...2 есе төмендегені байқалады [3].

Ф.М. Бочевера және Л.Е. Орадовская зерттеулерінде грунт суларының химиялық ластануы олардың деңгейінің жер бетіне жақын орналасуымен, ақаба суларымен суғарудың әсерінен сульфаттардың, хлоридтердің және натрийдің есебінен екені көрсетілген [2].

Москва облысы Ногинский ауданында жүргізілген зерттеулерде жылбойына ақаба суларымен суғарылатын су өткізгіштігі жоғары жеңіл құмайт және құмды топырақ жағдайында және грунт суларының ағуы жақсы болғанда, 1-ші жылы жер асты суының деңгейі 0,3...0,5 м-ге ғана жоғарлағаны, яғни оның тұрақты режимі бұзылмағаны көрсетіледі [8].

Бес жылдық бақылаулар Минск маңындағы ақаба суларымен суғарылатын жерлерде жақын орналасқан құдықтардағы судың ластануы болмағанын көрсетті.

Москва облысы Подольский ауданында тұрақты суғару жағдайында жер бетінен 5...6 м тереңдікте орналасқан грунт суларынан бактериялық ластану байқалмады [1].

Туркменстанның Ашхабад облысында Е.М. Дашкованың жүргізген зерттеуі, ақаба суларымен суғарулар жер бетінен 2...3,5 м тереңдікте жатқан грунт суларына теріс әсер етпегенін көрсетті [5].

Ресейдің су қорғау жөніндегі ғылыми-зерттеу институтында, ақаба суларымен суғарулардың грунт суларына тигізетін әсерін зерттеу жұмыстары жүргізілді. Суғарулар грунт суларының көтерілуіне себепші болды, 2000 м³/га суғару мөлшерінде су деңгейінің көтерілуі жылына 0,1...0,2 м тең болатыны анықталды. Сондай-ақ жерлерді суғару кезінде грунт суларының құрамының сапасы да өзгерген. 3...4 жыл ішінде оның минералдылығы 2...3 есеге ұлғайған [2].

Керізелген жерлерде ақаба суларымен жыл бойына суғаруларды жүргізгенде олардың грунт суларын тигізетін әсерін анықтау мақсатындағы зерттеулерде, 240 мм суғару мөлшерімен вегетациялық суғаруларда керіздік судағы БПК₅ мөлшері ақаба суларымен салыстырғанда 90...98 % төмендеп, Е тобының жалпы бактерия саны 99,9 % болғаны анықталды. Өсімдіктердің өніп - өсуінен тыс кезеңде 200 мм мөлшерімен суғару кезінде БПК₅ шамасы 89...94 % төмендеді, ал Е тобының жалпы бактерия саны 94,5 % болды; бұл мәліметтер тазартудың жоғары дәрежеде жүретінін көрсетеді [4].

Ресейдің Орынбор облысында грунт суларының орналасу деңгейі 14,7 м жағдайында ақаба суларымен суғарулар олардың деңгейіне әсер етпеді, бірақ түзуші жыныстардың гидрокарбонаттары есебінен минералдылығы жоғарылады [7].

О.З. Зубаировтың Қазақстанның қызылша өсіретін аймағында жүргізген зерттеулері грунт суларының деңгейі 5...7 м тереңдікте жатқанда ақаба суларымен суғарулар грунт суларының деңгейі мен оның құрамына елеулі өзгерістер әкелмейтінін көрсетті [6].

Сонымен, жоғарыда келтірілген авторлардың зерттеу нәтижелері, АСҚСЖ-де топырақтың су өткізгіштігі жоғары болғанда және грунт суларының жер астымен ағуы қамтамасыз етілген жағдайда оның деңгейі және минералдылығы тез тұрақтанатынын дәлелдеді. Осындай зерттеулер Оңтүстік Қазақстан облысы Төле би ауданында жүргізілді. Ақаба суларымен суғарулардың грунт суларына әсер ету дәрежесін анықтау үшін, тәжірибе учаскелерінде салынған № 14 және № 15 скважиналарда грунт суларының деңгейіне және химиялық құрамына байқау жүргізілген.

1999...2001 жылдар арасында тәжірибе танаптары ақаба суларымен суғарылғанда грунт суларының деңгейі шамалы ғана (0,1...0,2 м) көтерілді.

Грунт суларының бактериялық ластануы болған жоқ. Грунт суларының химиялық құрамында елеулі өзгерістер болған жоқ (кесте 1 және 2).

Жалпы алғанда грунт суларының тәжірибе басындағы минералдылығы (1999 ж. көктем) 54,1 мг/дм³ болса, зерттеу соңында (2001 ж. көктем) ол 579,2 мг/дм³ құрады рН шамасы да еш өзгеріссіз қалып 8,0 тең болды.

Кесте 1

Тәжірибе участігіндегі грунт суларының химиялық құрамы (№ 14 свка-жина)

Үлгі алынған күн	Үлгі нөмірі	Құрғақ қалдық, мг/дм ³	Кермектік, мг-ЭКВ		Ингредиенттер, мг/дм ³						рН	Минералдылығы, мг/дм ³
			жалпы	карбонатты	Na+K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃		
1999 жыл												
22.04	213	426,0	4,60	4,20	65,8	38,0	32,9	9,2	144,0	256,2	8,1	546,1
24.07	262	438,0	4,35	3,48	69,4	37,4	29,8	12,3	156,9	212,3	8,0	518,1
10.11	416	489,0	4,80	4,06	73,9	40,3	33,4	11,9	160,1	247,5	7,9	567,1
2000 жыл												
1. 03	58	452,0	5,44	4,31	46,9	42,7	39,7	8,5	142,4	262,8	8,0	543,0
21. 07	249	453,0	4,09	4,07	63,7	31,6	30,1	9,9	141,7	248,6	8,1	525,6
1. 11.	511	489,0	5,10	4,30	60,4	42,8	36,2	13,8	161,2	262,0	7,8	586,4
2001 жыл												
10.04	124	433,2	3,79	4,11	52,3	30,6	27,1	12,8	146,4	250,6	8,0	519,8
11.08	312	460,2	4,19	3,96	66,8	37,9	27,5	10,7	149,3	241,6	7,9	533,8
10.11	488	492,4	4,71	4,37	64,6	41,4	31,6	9,6	157,2	266,7	8,0	571,1

Кесте 2

Тәжірибе участігіндегі грунт суларының химиялық құрамы (№ 15 свка-жина)

Үлгі алынған күн	Үлгі нөмірі	Құрғақ қалдық, мг/дм ³	Кермектік, мг-ЭКВ	Ингредиенттер, мг/дм ³						рН	Минералдылығы, мг/дм ³
------------------	-------------	-----------------------------------	-------------------	-----------------------------------	--	--	--	--	--	----	-----------------------------------

			жалпы	карбонатты	Na+K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃		
1999 жыл												
22.04	21	524,0	5,37	4,61	72,1	42,6	38,9	10,3	462,3	281,3	8,0	607,5
24.07	263	510,3	5,02	4,00	71,2	38,3	37,2	10,6	169,9	244,3	7,9	571,5
10.11	192	518,3	5,51	4,45	74,5	42,9	40,4	12,7	180,1	271,4	8,0	622,0
2000 жыл												
1. 03	57	506,9	5,78	4,58	51,8	45,4	42,1	8,7	160,6	279,4	8,0	588,0
21. 07	250	488,1	5,33	4,31	63,6	40,2	39,9	8,3	156,2	262,9	8,0	571,1
1. 11.	515	517,6	5,70	4,42	69,6	44,6	41,7	10,5	169,6	269,9	7,9	605,6
2001 жыл												
10.04.	123	493,0	4,47	4,40	66,8	38,5	30,6	11,9	160,3	268,3	8,0	576,4
11.08.	313	475,2	4,73	4,14	71,8	42,6	31,2	10,8	151,6	252,7	7,9	560,7
10.11.	489	502,8	4,87	4,45	68,8	45,3	31,2	10,1	161,3	271,6	8,0	588,3

Грунт суларының жалпы және карбонаттық қаттылығы жоғарылау жағына өзгергенін атап кету керек.

Сонымен, Төле Би ауданы жерлерінде жүргізілген зерттеулер жерді ақаба суларымен суғарулардың грунт суының мөлшеріне және сапасына елеулі әсер етпегенін қорытып айтуға болады.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Антипов-Каратаев И.Н. и Г.М. Кадер. К методике определения мелиоративной оценки оросительной воды. – Почвоведение, 1969, с. 96-101.
2. Бочевар Ф., Лапшина Н., Орадовская Л. Защита подземных вод от загрязнения. – М.: Колос, 1979, с 254.
3. Владимирский И.В., Кочарева А.А. Влияние круглогодичного орошения сточными водами на состояние грунтовых вод // Очистка и использование сточных вод и промышленных выбросов.- Киев, 1964, с 182-189.
4. Гражис И., Дирсе А. Результаты исследований по очистке и круглогодичному использованию сточных вод в условиях Литовской ССР.- СБ. докладов VI Международного совещания по использованию сточных вод в сельском хозяйстве. – Киев.: Урожай, 1970, С. 35-41.

5. Дашкова Е.М. и др. Санитарно-гигиеническая характеристика земледельческих полей орошения в почвенно-климатических условиях Ашхабада.- М.: Колос, 1965. – 42 с.
6. Зубаиров О.З. Поливной режим сахарной свеклы при орошении ее сточными водами в свеклосеющей зоне Казахской ССР. Автореф. диссер. канд. с.-хоз. наук, М., 1977. – 17 с.
7. Калиев А.Ш. Влияние орошения сточными водами Оренбургского газового комплекса на мелиоративное состояние земледельческих полей орошения. – Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. к. с.-х. н. Саратов, 1981. – 22 с.
8. Ковалева Н.А. Использование сточных вод тонко-суконной фабрики для орошения кормовых культур на супесчаных дерново-подзолистых почвах. - М.: Колос, 1965, с 16.
9. Шин Г.А. Формирование гидрохимического режима грунтовых вод на земледельческих полях орошения // Материалы VI Международного совещания ученых социалистических стран по использованию сточных вод в сельском хозяйстве. М., 1972, С. 223-234.

Таразский государственный университет им. Дулати

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД

Доктор эконом. наук
Канд. техн. наук

А.Т. Аймен
К.К. Мусабеков
Г.А. Сарбасова

В статье рассмотрены экологические проблемы возникающие в результате использования сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур. В частности приведены результаты опытов по установлению динамики уровня грунтовых вод и их состава.

УДК 551.49 + 553.982

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖАНБАС**

Доктор техн. наук

С.С. Омаров

Е.А. Назаров

А.С. Хлебников

Приведена гидрогеологическая характеристика месторождения Каражанбас, входящего в состав Прикаспийского артезианского бассейна. Характерным для основных водоносных горизонтов является то, что все они грунтовые, с общим слабым уклоном в сторону Каспийского моря.

В гидрогеологическом отношении территория месторождения Каражанбас входит в состав Прикаспийского артезианского бассейна. Сложный комплекс природных, геоструктурных, гидрогеологических и климатических условий предопределили отсутствие в районе пресных подземных вод.

Подземные воды по условиям образования и залегания могут быть разделены на два структурных этажа. Верхний этаж характеризуется распространением безнапорных вод со свободной поверхностью и приурочен к четвертичным отложениям. Подземные воды этих отложений замечают вблизи дневной поверхности, тесно связаны с атмосферой и образуются за счет инфильтрации атмосферных осадков и частично за счет конденсации.

Нижний этаж характеризуется распространением напорных подземных вод. Питание здесь осуществляется за пределами описываемой территории на участках выхода пород на дневную поверхность. Этот этаж включает в себя водоносные комплексы, приуроченные к терригенным отложениям альбского яруса. Между подземными водами двух структурных этажей отсутствует четко выраженный региональный водоупор. Локальными относительными водоупорами на территории месторождения являются глины и суглинки верхнечетвертичных хвалынских морских отложений.

Изученность разреза отложений, залегающих выше продуктивной толщи, очень низкая. Эта часть разреза перекрывается кондуктором и изучалась только геофизическими методами. В гидрогеологическом плане район бурения скважин на месторождении Каражанбас относится к Мангышлакско-Устюртской гидрогеологической структуре в составе Туранской плиты и представляет собой артезианский бассейн первого поряд-

ка. Подземные стоки заключены в различные метолого-возрастных плексах пород. Ненапорные трещинные воды залегают на глубине от 0...50 м до 140...150 м, а в пределах прогибов — от сотен до тысячи метров.

В песчаных массивах содержатся грунтовые воды, залегающие на глубине от 1...6 до 15...40 м. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков в областях раскрытого залегания водовмещающих толщ; фильтрации вод нижележащих водоносных горизонтов и перетекания вод различных горизонтов соответственно их стратиграфическому и гипсометрическому положению.

Термальные воды выделяются в юрских отложениях. Интенсивность прогревания пород повышается с севера на юго-запад. В указанных направлениях увеличивается и температура пластовых вод на глубине 500 м от 22...25 °С до 40...45 °С, на глубине 1000 м – от 40...45 °С до 60...65 °С, на глубине 2500 м – от 70...75 °С до 110 ... 120 °С.

По химическому составу воды разнообразные — от гидрокарбонатно-сульфатных, сульфатно-хлоридных, до хлоридных натриевых и характеризуются незначительными скоростями движения (от 0,005 до 0,001 м/сут). В газовом составе вод преобладают азот, метан, кислород и инертные газы воздушного происхождения. Зона соленых вод с минерализацией от 10 до 50 г/дм³ имеет наименьшую глубину 5...30 м. Рассолы с минерализацией 50 г/дм³ и более могут служить для промышленной добычи поваренной и калийных солей, брома, йода, стронция, лития и других ценных компонентов.

Грунтовые воды, заключенные в отложениях валовых песков, вскрываются на глубине от 1...2 м до 10...15 м. Они имеют производительность от десятых долей до 1,5...5 дм³/с при понижении уровня воды в скважинах на 2...8 м. При рациональном использовании на нефтепромысле можно получать необходимое количество технической воды.

В гидрогеологическом отношении нефтяное месторождение Каражанбас приурочено к зоне развития хлоркальциевых вод сравнительно невысокой минерализации, установленной по альб-сеноманскому комплексу, как наиболее хорошо изученному в пределах рассматриваемой части Западного Казахстана. В стратиграфическом разрезе указанного месторождения вскрыто и опробовано шесть водоносных горизонтов. Подземные пластовые воды всех продуктивных горизонтов фонтанируют, либо переливаются с дебитом от 9 до 340 м³/сут. По химическому составу они представляют собой слабые рассолы хлоркальциевого типа хлоридной группы и натриевой подгруппы по В.А. Сулину. Пластовые воды в целом характе-

ризируются как слабометаморфизованные, отношение $\frac{VNa}{VCL}$ находится в пределах 0,84...0,98, а коэффициент сульфатности $\left(\frac{VSO_4 \cdot 100}{VCl}\right)$ изменяется от 0,06 до 1,7.

Несмотря на то, что количество ионов кальция в составе вод не превышает 125 мг-экв/л, отношение $\frac{VCa}{VMg}$ больше единицы.

Минерализация вод юры и неокома по площади закономерно увеличивается с юга на север от 40 до 70 г/дм³, т.е. от законтурных зон в сторону основного субширотного сброса, где она достигает величины 76 г/дм³. Пластовые воды нижнемеловых и юрских отложений имеют большое сходство по степени минерализации и химическому составу. Это сходство наглядно иллюстрируется характером расположения точек анализов вод на гидрохимическом графике и данными по содержанию отдельных микрокомпонентов. Величины коэффициентов гидрогеологической раскрытости структур по Гатальскому $\frac{\sum V}{H}$, по Кротовой $\left(\frac{Bv \cdot 100}{H}\right)$

и хлорбромного показателя изменяются незначительно, составляя соответственно 84...208, 19...50 и 252...303. По восьми анализам вод (3 пробы юрского и 5 неокомского возрастов) установлено сравнительно высокое содержание отдельных микрокомпонентов (брома от 75 до 209, йода от 1,48 до 5,56 мг/дм³). Количество брома находится в прямой зависимости от величины минерализации вод. Установлено, что с увеличением этого параметра содержание брома возрастает заметно быстрее, а с глубиной, напротив, количество его уменьшается. Несмотря на отмеченные закономерности, можно предположить, что схема площадного распределения брома будет мало отличаться от таковой для минерализации вод.

О составе водно-растворенного газа можно судить лишь по единичным анализам, выполненным лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского геологоразведочного института (ВНИГРИ). Так, по данным ВНИГРИ, газ, полученный из готерива с глубины 361 м на площади Долгинец (скв. 7), по типу метаново-азотный. В его составе отмечено (объем %): $CH_4 - 52,99$; $N_2 - 42,9$; $CO_2 - 3,8$; $C_2H_6 - 0,31$. Количество редких газов ($Ar + Kr + Xe$) составляет 0,2 %. По данным анализа пробы растворенного газа, отобранного из переливающей скважины №132 на Кара-

жанбасе (готерив), в его составе отмечено присутствие углеводородов при высоком содержании азота. В составе газа (табл.) отмечено (% объем): CH_4 – 9,8; пропана – 0,2; CO_2 – 4; биогенного азота – 21; азота воздушного происхождения 52 и кислорода 13. Состав водно-растворенного газа альбеномана близок к Каражанбасу.

Таблица

Гидрогеологические параметры продуктивных горизонтов неокома и юры

Горизонт, пласт	Средняя глубина опробования, м	Дебит воды, м ³ /сут	$T_{пл}$, °С	$P_{пл}$, атм
Каражанбас				
Ю-I	385...480	105...340	28...31	45,9...56
Ю-II	428...443	-	26...35	36,0
«Д»	338...390	-	24...34	45...46,5
«Г»	300...4058	14...60	26...33	38...51
«В»	265...385	-	24...28	21...52
«Б»	307	9,6	28...30	44,5...47
«А»	240...312	86,4	24...39	29,6...52,1
Северо-Бузачинское				
Ю-I	458...570	8,4...96	29...42	44,3...69
«Д»	438	-	28...35	39...51
«Г»	464	13,8...22,4	29...35	41,8...59,3
«Б»	419...465	-	36...35	40...55
«А»	335...448	-	28...36	42,5...45

Гидродинамическая система неокома и юры характеризуется как водонапорная, о чем свидетельствуют большие дебиты самоизлива вод и очень быстрый рост динамических уровней вод во времени (табл.). Это дает возможность прогнозировать наличие в нефтяных залежах упруговодонапорного режима. Причем наиболее водообильными являются продуктивные горизонты Ю-I, «Г» и «А» на Каражанбасе и Ю-I на Северо-Бузачинском месторождении. Относительно большие различия в величинах напоров самоизливающихся пластовых вод мезозойских отложений, высокая водообильность коллекторов, а также установленное сходство в содержании вод при однотипности их химического состава с учетом некоторых геологических особенностей указанных месторождений (небольшие мощности водовмещающих и водоупорных толщ, наличие дизъюнктивных нарушений и др.) позволяют сделать вывод о гидравлической связи водонефтегазоносных пластов нижнего мела и юры.

Динамика подземных вод неокома и юры в пределах территории полуострова Бузачи, в том числе и на рассматриваемом месторождении,

изучена слабо. В настоящее время наиболее полно выявлена гидродинамическая схема альб-сеноманского песчано-глинистого комплекса. В целом динамика вод альб-сеноманского комплекса должна отражать общие черты гидродинамической зональности как неокома, так и юры.

Движение пластовых вод альб-сеномана в сторону Бузачинского поднятия происходит от погруженных зон Южно-Бузачинского прогиба и северных склонов Восточного Каратау, а также районов нефтяных месторождений Прорва и Каракудук. Абсолютные отметки статических уровней вод, вычисленные с поправками на температуру и минерализацию, уменьшаются от плюс 80 м (район Прорвы и Каракудука) до минус 20 м (Каражанбас и Северо-Бузачинское).

Характеристику скорости движения пластовых вод альб-сеномана можно дать лишь на основе анализа характера изменений значений потерь напора вод по значительной части полуострова Бузачи. На гидродинамической схеме видно, что гидроизопезы наиболее ступены на участках двух створов подземного стока – по линии северный склон Каратау-Каражанбас и Каракудук-Каражанбас. К югу от последнего створа величина потерь напора воды постепенно уменьшается, свидетельствуя о понижении скорости стока вод. В целом потери напора вод на площади полуострова Бузачи заметным образом увеличиваются при приближении к границам Бузачинского поднятия, где, по всей вероятности, геологические структуры тектонически более нарушены, чем на других участках, и поэтому последнее обстоятельство способствует вертикальной разгрузке флюидов. Таким образом, территория северо-западной части Бузачей вырисовывается как область разгрузки подземных вод мезозойских отложений.

Гидродинамические исследования юрского водонефтегазоносного комплекса производились на сопредельных площадях. Рассчитанные абсолютные отметки статических уровней вод составляют: 170,6...290,1 м (Западная Прорва), 166,8 м (Каракудук) и 283,3...306,4 м (Арыстан). В пределах Каражанбаса и Северных Бузачей в силу неглубокого залегания водонефтегазоносных отложений юры и пониженной минерализации вод, они, вероятно, не превышают 0 – минус 20 м. Исходя из анализа этих данных можно предположить, что вектор регионального водного потока будет иметь юго-западную ориентацию, что в общем совпадает с направлением движения вод в альб-сеноманском комплексе.

Отличительной особенностью для юрского комплекса по сравнению с альб-сеноманом является преимущественное развитие в водонапор-

ной системе элизионного режима, в то время как для альб-сеномана преобладающим является инфильтрационный режим.

Специальные исследования с целью определения геотермического градиента стали проводиться с 1976 года. Анализ полученных данных в совокупности с имевшейся информацией позволит выяснить некоторые особенности геотермического режима глубинных недр. Так, полученные данные по интервалу глубин 150...2500 м (скв. 2), показывают, что температура с глубиной возрастает неравномерно. Величина термоградиента в верхней 500-метровой толще осадков, к которой приурочены залежи нефти, изменяется снизу вверх от 2 до 4 °С/100 м. Ниже, в интервале залегания отложений триаса (500...2500 м) величина термоградиента с глубиной изменяется незначительно, составляя 1,5...2,5 °С/100 м. Наблюдаемый рост термоградиента в верхней части разреза обуславливается, на наш взгляд, наличием глинистых пачек аптского яруса, характеризующихся высоким, по сравнению с другими литологическими разностями, тепловым сопротивлением. Выполняя роль покрывки для залежей нефти, они одновременно играют роль хорошего теплоизолятора, способствуя образованию на месторождении геотермической аномалии.

По расчетным данным изотермическая поверхность плюс 100 °С должна фиксироваться на глубине порядка 3600 м, против 2750 м на площади Ары-стан, что соответствует разнице в температурах в 17 °С при градиенте 2°/100 м. Изотермическая поверхность плюс 50 °С также приподнята на Арыстане; здесь она залегает на глубинах 500...600 м против 1200 м на Каражанбасе с разницей в температуре уже в 12 °С. Очевидно, что величина теплового потока на Каражанбасе несколько меньше, чем на Каракудуке и Арыстане.

На площади Северо-Бузачинского месторождения, судя по данным замеров температур в процессе опробования продуктивных объектов, наблюдается незначительное повышение термоградиента. Величина его здесь по расчетным данным составляет 3,50 °С/100 м. Улавливаемое повышение значений температур и термоградиента, видимо, обусловлено большей, чем на Каражанбасе, глубиной залегания осадочных пород мела и юры и некоторым увеличением мощности аптских глин.

Анализ гидрогеологических данных по указанным месторождениям в совокупности с выявленной региональной гидрохимической, гидродинамической и геотермической зональностями по мезозойскому комплексу указывает на северо-западную (в сторону Каспийского моря) и се-

веро-северо-восточную направленность улучшения гидрогеологических предпосылок для формирования и сохранения промышленных скоплений нефти и газа.

Подземные воды, по условиям образования, и залегания могут быть разделены на две группы, приуроченные к двум этажам горных структур. Верхний этаж характеризуется распространением безнапорных вод со свободной поверхностью и приурочен к четвертичным образованиям и отложениям сарматского возраста. Воды этих отложений залегают вблизи дневной поверхности, тесно связаны с атмосферой и образуются за счет инфильтрации атмосферных осадков и частично за счет конденсации.

Нижний этаж характеризуется распространением напорных подземных вод. Питание здесь осуществляется лишь на участках выхода пород на поверхность. Этот этаж включает пять основных водоносных комплексов, приуроченных к отложениям палеоцен-эоцена, карбонатной толще верхнего мела, альб-сеномана, неокома и юры.

Водоносные отложения верхнего и нижнего структурных этажей изолированы друг от друга мощной толщей глиен олигоцена, служащей надёжным региональным водоупором.

В пределах описываемой территории выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы:

- водоносный горизонт эоловых отложений;
- водоносный горизонт новокаспийских отложений;
- водоносный горизонт хвалыньских отложений;
- воды спорадического распространения палеоцен-эоценовых отложений;
- воды спорадического распространения сенон-датских отложений;
- водоносный комплекс сеноманских и туронских отложений.

В Прикаспийском бассейне выделяется несколько основных водоносных горизонтов, воды которых могут быть использованы для водоснабжения. К ним относятся водоносные горизонты и комплексы в эоловых и хвалыньских отложениях. Линзы пресных вод встречаются даже в морских новокаспийских отложениях.

Характерным для основных водоносных горизонтов Прикаспия является то, что все они по условиям залегания — грунтовые, с общим слабым (0,001...0,0001) уклоном в сторону Каспийского моря. В этом же направлении увеличивается глинистость отложений, ухудшаются фильтрационные свойства пород и качество подземных вод, уменьшается глу-

бина их залегания. Увеличение глинистости и ухудшение качества подземных вод наблюдается также в вертикальном направлении.

Бассейн Каспийского моря является областью разгрузки подземных вод. Большой частью в питании участвуют осадки осенне-зимнего периода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубцов В.В., Ли В.И. О возможности изменения уровня Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 1997. – №2. – С. 97-102.
2. Шиварева С.П. Особенности гидрометеорологического режима Каспийского моря вдоль Казахстанского побережья // Гидрометеорология и экология. – 1995. – №1. – С. 39-57.

Институт химических наук им. А.Б. Бектурова

ҚАРАЖАНБАС МҰНАЙ КЕНІШІ ТЕРРИТОРИЯСЫНА ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМА

Техн. ғылымд. докторы С.С. Омаров
Е.А Назаров
А.С. Хлебников

Қаражанбас кенішінің Каспий маңы құрылымына кіретін артезиан бассейніне гидрогеологиялық сипаттама берілді. Негізгі сулы көлбеуліктердің жалпы ерекшеліктерінің бірі олардың топырақасты суларының Каспий теңізіне қарай жалпы аз еңіс беру тәнділігі.

УДК 631.574

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРЕГРУЗКИ И ОПУСТЫНИВАНИЕ
ТЕРРИТОРИИ ОЗЕНСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Доктор биол. наук

К.Ш. Фаизов

У.Ж. Джусипбеков

Канд. хим. наук

А.С. Тапалова

Рассмотрено современное экологическое состояние Озенского нефтегазового месторождения, которое характеризуется близким к кризисному и нуждается в неотложных мерах по воспроизводству и охране биоресурсов.

Крупнейшее на Мангышлаке Озенское нефтегазовое месторождение в результате нерационального использования природно-сырьевых ресурсов оказалось в настоящее время на грани экологического кризиса. Месторождение открыто в 1961 г., обустроено и разрабатывается с 1965...1968 гг. на общей площади 3 500 га [4]. В промышленной разработке находится два нефтегазовых (Озен, Карамандыбас) и семь газовых месторождений (Актас, Тасболат, Южный Жетыбай, Карамандыбас, Западное Тенге, Озен) с объемом годовой добычи нефти свыше 3 млн т, газа 1,2 млрд м³ и конденсата 40 тыс. т. Действует Жана Озенский газоперерабатывающий завод. На месторождении пробурено свыше 6000 скважин различного назначения глубиной 1,3...2,0 тыс. м. В 25 продуктивных нефтегазовых горизонтах юрско-мелового возраста действует свыше 3,5 тыс. нефтяных и 150 газовых скважин. Многие скважины к настоящему времени сильно обводнены, поэтому в продуктивные горизонты ежегодно закачивается до 20 млн м³ морской и сточной промысловой воды.

Технологическое оборудование на промыслах изношено, часто происходят аварии, сопровождающихся разливом сырой нефти и минерализованных пластовых вод. Вся промысловая зона сильно загрязнена токсичными химическими веществами: нефтепродуктами, фенолом, свинцом, нитратами, нитритами, кадмием и др., загазована сероводородом. На месторождениях функционирует свыше 500 нефтесборных «амбара», самый крупный из которых достигает площади 70 га, глубиной 2,5 м, действуют полигоны для аккумуля-

муляции замазученного почво-грунта. Только в 2000 г. на территории НГДУ-1 в технологических «амбарах» было аккумулировано 2150 тонн нефти.

Техногенная нагрузка на почвенный покров промыслов чрезвычайно высокая (табл. 1), на всей производственной площади одновременно размещены свыше 6000 глубинных нефтегазовых установок, проложено 3200 км магистральных и внутрипромысловых трубопроводов, находится большое количество разнообразного технологического оборудования, механизмов и сооружений.

Таблица 1

Техногенная нагрузка на почвенный покров нефтегазовых месторождений (данные на 2000 год)

Вид техногенной нагрузки	Количество	Занимаемая площадь, га
Нефтегазовые месторождения	9	34876,9
в т.ч. нефтяные	2	32204,8
газовые	7	2672,1
Нефтяные скважины, шт.	5929	-
из них эксплуатационные	3560	-
нагнетательные	1244	-
контрольные	511	-
водозаборные	12	-
прочие	632	-
Газовые скважины, шт.	143	-
из них эксплуатационные	76	-
наблюдательные	33	-
прочие	34	-
Трубопроводы, км	3275	
в т.ч. нефтепроводы	1995	
напорные водоводы	675	
водоводы	608	
Средняя обводненность скважин, %	68,7	
Замазучено земель	-	Более 10000
Разрушено почвенного покрова	-	Более 30000

Данные табл. 1 свидетельствуют о катастрофическом положении состояния почвенного покрова Озенского нефтегазового месторождения, где замазучено и техногенно разрушено свыше 90% производственной площади.

Нефти месторождений «тяжелые» содержат в составе до 20...25 % высокомолекулярных парафинов*; 10...20 % смол и 2...4 % асфальтенов,

*Нефти, содержащие свыше 6 % парафина считаются высокопарафинистыми, более 2 % серы – высокосернистыми.

которые застывают при температуре плюс 33...37 °С и формируют на поверхности плотные водонепроницаемые битумные коры (табл. 2).

Таблица 2

Физико-химические свойства дегазированной нефти Озенского месторождения

Месторождение, № скважины	Плотность, г/см ³	Вязкость динамическая, при 40 °С	Содержание, %			Температура застывания, °С
			парафина	смолисто- левых	асфальтенов	
Озен, 807	0,874	37,8	17,1	15,4	0,9	+33
Озен, 1916	0,871	37,0	20,8	-	-	+34
Озен, 2717	0,857	31,9	22,2	-	-	+36
Озен, 204	0,866	40,4	-	20,5	0,6	+34
Озен, 223	0,876	-	19,7	-	-	+37
Асар, 61	0,888	94,1	20,0	19,7	1,0	+37
Карамандыбас	-	-	13,9	21,2	2,3	-

Обводненность отдельных скважин достигает 95...98 %, что существенно сказывается на физико-химических свойствах нефтей, сопровождается увеличением плотности и вязкости пластовой нефти, повышением в них содержания асфальто-смолистых компонентов.

На всей производственной площади почвенный покров месторождений техногенно тотально разрушен, замазучен сырой нефтью, нефтешламом, покрыт битумными корами и строительно-бытовым мусором [5]. Вызывает тревогу то обстоятельство, что в глубинных подземных водах обнаружено значительное превышение предельно-допустимых концентраций фтора в 1,3...1,5 раза, нефтепродуктов – 1,9, фенола – 9...10, никеля – 1,3...3,3, кадмия – 48...95, свинца – 4...9, кобальта – 1,2...2,3, кремневой кислоты – 1,9...2,0, железа – до 12 и СПАВ – 2,0...2,6 раза [2]. Суммарный эффект загрязнения подземных вод оценивается от 32 до 58 ПДК, что с учетом степени загрязнения воды характеризует территорию экологически опасной и катастрофической.

Почвенный покров Озенского нефтегазового месторождения развивается в условиях жесткой пустыни (средняя годовая температура воздуха 9...12 °С, количество осадков 100...120 мм/год, испаряемость 1000...1200 мм/год), под влиянием интенсивного техногенного давления. Доминирующие серо-бурые пустынные почвы, маломощные, близко

(1,0...1,5 м) подстилаются плитой коренных пород, характеризуются мало-буферными, неустойчивыми к техногенезу химическими и физико-химическими свойствами (табл. 3).

Таблица 3

Химические и физико-химические свойства серо-бурых пустынных почв

Глубина отбора образца, см	Гумус, %	С, гк/фк	Со ₂ %	РН водной суспензии	Сумма погл. основ., мг/экв	Сумма солей, %	Содержание				
							НСО ₃	Сl	SO ₄	частицы, мм	
										<0,001	<0,01
0...5	1,2	0,4	11,4	8,6	8,5	0,087	0,045	0,002	0,017	7,8	40,2
5...11	1,1	0,4	11,5	8,5	6,8	0,089	0,036	0,005	0,031	8,0	40,1
11...34	0,7	0,4	10,0	8,3	8,5	0,086	0,038	0,006	0,024	15,5	52,8
34...51	0,4	0,3	5,0	8,1	7,7	1,055	0,016	0,061	0,855	10,6	37,1

Условия почвообразования и процессы техногенного давления на промыслах значительно превосходят экологические функции почв. Известно, что экологические функции почв формируются под направленным влиянием природных факторов почвообразования (почвообразующие породы, климат, растительный покров и др.), изменяются в результате их эволюции во времени и при хозяйственном использовании. Они оказывают определяющее влияние на формирование экосистемы и биоразнообразия ландшафтов, создают условия для их нормального функционирования и устойчивости природных процессов в атмосфере, биосфере, гидросфере и литосфере [1]. Изменение экологических функций почв в результате нерационального хозяйственного использования природных ресурсов неизбежно сопровождается адекватными изменениями многих природных явлений и процессов. Исследования показывают, что почва оказывает непосредственное влияние на формирование газового режима и теплового состояния атмосферы, активно поглощает углерод, серу, сероводород и поставляет кислород. Имеются данные, свидетельствующие о том, что сорбция диоксида серы почвами приводит к образованию сульфита и сульфата, поглощение сероводорода к образованию сульфидов металлов и элементарной серы.

В формировании экологических функций почв важная роль принадлежит их генетическим показателям, таким как содержание и состав гумуса, поглотительная способность, гранулометрический и минералогический состав, водные, воздушные и физические свойства. Особенно важны при этом показатели буферности признаков и свойств почв, т.е. спо-

способности их противостоять антропогенному давлению и связывать токсические химические элементы в малоподвижные соединения, недоступные или малодоступные живым организмам. Почвы богатые гумусом и гуматами кальция более устойчивы к действию химических загрязнителей, чем малогумусные фульватные почвы Озенской пустыни. Это связано с тем, что гумитовые кислоты содержат большое количество различных функциональных групп, в том числе карбоксильных, аминовых, фенольных, гидроксильных, участвующих в образовании простых и сложных органо-минеральных соединений. В такой форме токсичные катионы металлов становятся в почве малоподвижными, что снижает их токсико-экологическую возможность. В фульватных серо-бурых пустынных почвах нефтепромыслов, напротив, эти процессы протекают в крайне ограниченной форме. Кроме того, хорошо гумусированные почвы лучше противостоят техногенному давлению, создают водопрочную устойчивую структуру, оптимальную водопроницаемость и плотность, обеспечивающих рациональное расходование почвенной влаги. Бесструктурные серо-бурые почвы неустойчивы к техногенному давлению. При использовании на промыслах транспортных средств высокой проходимости и грузоподъемности это ведет к разрушению и распылению почвенного покрова, интенсификации ветровой эрозии.

Экспериментальные исследования показывают, что предельно допустимое уплотнение тяжело- и среднесуглинистых почв не должно превышать 1,32, легкосуглинистых – 1,40, супесчаных – 1,50 и песчаных – 1,65 г/см³. Согласно «Научно-методическим указаниям по мониторингу земель Республики Казахстан» (1993) по содержанию частиц физической глины (фракции менее 0,01 мм) степень устойчивости почв к техногенным нагрузкам характеризуется показателями: более 20 % сильно устойчивые, 10...20 % – среднеустойчивые и менее 10 % – слабоустойчивые. Проведенные авторами полевые испытания устойчивости бурых пустынных почв нефтепромыслов к техногенному давлению показали, что десять проходов по одному следу автомашины «Урал», весом 13,7 т, шириной колеи 175 см, привели к просадке и распылению почвы на глубину 5,3 см, увеличению плотности сложения на 0,4 г/см³, снижению порозности до 58 % и водопроницаемости на 0,3 мм/мин. В результате перегрузки формируются техногенноопустыненные почвы с существенно измененными морфолого-генетическими и агропроизводственными показателями.

УДК 577.4:551.4(574.1)

**ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В
РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕНГИЗ**

Ю.Ф. Лый

Рассмотрены геоморфологические и эколого-геоморфологические условия северо-восточной низменной части казахстанского Прикаспия в пределах Тенгизского нефтегазового месторождения. Показана зависимость современного рельефообразования от техногенной нагрузки. Показана необходимость комплексного природоохранного мониторинга для предотвращения негативных эколого-геоморфологических ситуаций.

Территория исследований расположена в юго-восточной части Прикаспийской низменности и административно входит в Жылыойский район Атырауской области, в пределах земельного и геологического отвода компании “Тенгизшевройл” (ТШО), общей площадью свыше 1100 км². Открытое в 1979 году месторождение является одним из крупнейших в мире. Прогнозируемый объем геологических запасов нефти оценивается в 3,1 млрд т (25 миллиардов баррелей) [3].

Для нефти и газа месторождения Тенгиз характерно высокое содержание вредных компонентов. Кроме того, в нефтеносных слоях велико содержание попутного газа и, наоборот, в газоносных отмечается высокое содержание жидких углеводородов [4]. Возможны крупные выбросы вредных веществ, возникающие при авариях буровых установок, при разрыве нефте- и газопроводов. После известной аварии 1985 года (до образования ТШО) на скважине №37 сгорело за 400 суток около 6 млн т нефти и более 3 млрд м³ природного газа, в том числе свыше 600 млн м³ сероводорода. За это время в окружающую среду при сгорании сероводорода выпало 2,5 млн т серной кислоты и других вредных веществ. Горение огромного количества нефти и газа вызвало необходимость эвакуации населения. Существует озабоченность тем, что такие же аварии могут иметь место в будущем.

Основным источником выбросов ТШО в атмосферу является факельное хозяйство газоперерабатывающего завода, на котором сжигается, предварительно пройдя соответствующую очистку от вредных примесей,

часть попутных газов, которая на данный момент не может быть переработана в товарные газы и реализована. Кроме того, некоторая часть общих выбросов в атмосферу происходит через дымовые трубы печи дожигания хвостовых газов и через трубы котельной и газотурбинной электростанции.

Для предотвращения экологических последствий ТШО уделяет внимание природоохранным мероприятиям и для контроля за состоянием окружающей среды осуществляет комплексный экологический мониторинг [1]. По данным мониторинга экологических служб компании на фоне ежегодного роста объемов добычи нефти наблюдается снижение размера удельных выбросов (см. рис. 1).

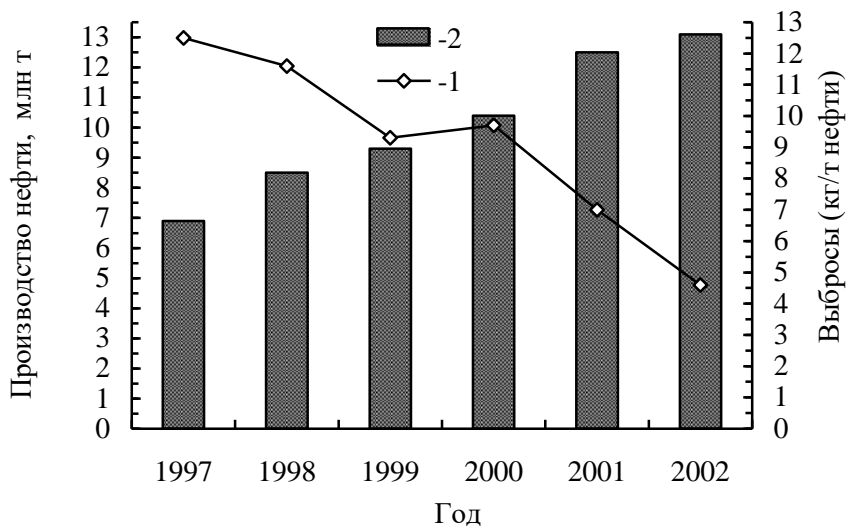


Рис. 1. Удельные выбросы в атмосферу загрязняющих веществ.

В общей структуре выбросов ТШО основными загрязнителями являются SO_2 , NO_2 , CO , C_2H – на долю которых приходится 99,6 % всех выбросов. Крупные капиталовложения в модернизацию производства и продолжающийся ввод новых объектов и современных технологий способствуют тому, что ТШО быстро приближается к почти полному прекращению сжигания газов на факелах.

Практически на всех действующих промыслах и предприятиях по первичной подготовке и переработке сырья накапливается огромное количество высокоминерализованных попутных пластовых вод, которые наряду с промстоками, сбрасываются в соровые впадины и понижения рельефа. Они не только загрязняют подземные воды, но и способствуют подъему

уровня грунтовых вод на прилегающих площадях и образованию солонцов и солончаков, деградации почвенно-растительного слоя.

Все вышеприведенное свидетельствует о том, что в пределах территорий с активным освоением ресурсов углеводородного сырья происходит усиление процессов природно-антропогенного рельефообразования, в том числе и развитие опасных процессов, осложняющих экологическую обстановку. Кроме того, значительную пользу могут принести эколого-геоморфологические исследования, изучающие ареалы дальнейшего перераспределения (транспортировки и аккумуляции) загрязненных отходами нефтегазовой отрасли грунтов. В связи с этим в статье рассматривается геоморфологическое строение территории и формирующие современный рельеф природно-антропогенные процессы.

В геоморфологическом отношении месторождение расположено на аккумулятивно-морской поздненовокаспийской равнине. Особенности строения рельефа района в целом тесно взаимосвязаны с историей его геолого-тектонического развития. Территория исследований приурочена к юго-восточному борту Прикаспийской синеклизы, представляющей собой древнюю тектоническую депрессию, постепенно освобождающуюся из-под уровня моря и подвергающуюся посттектоническим (солянокупольным) процессам. Последние трансгрессии четвертичного времени сnivelировали участки проявления соляной тектоники, перекрыв их осадками, но следы ее в настоящее время на данной территории дешифрируются по цифровым космическим снимкам в виде районов с активизацией процессов дефляции и со-рообразования. Главную роль в формировании современного рельефа района сыграли трансгрессии и регрессии хвалынского и новокаспийского морских бассейнов. Для изучения современной эколого-геоморфологической обстановки были проанализированы разновременные цифровые космические снимки с использованием современных ГИС-технологий, опубликованные и фондовые материалы, а также наблюдения автора.

Район представляет собой комплекс разновозрастных морских аккумулятивных равнин четвертичного возраста (рис. 2), полого наклоненных к западу в сторону моря. Абсолютные отметки изменяются от – 18 м на востоке до – 27 м у уреза воды, относительные превышения рельефа не превышают 3...5 м [2]. Плоские и слабонаклонные равнины восточнее сменяются слабоволнистыми, расчлененными сорами и ложковой сетью.

Морская волнистая позднехвалынская равнина в пределах района исследований расположена на абсолютных отметках от – 22 до – 10 м. По-

верхность ее осложнена соровыми понижениями, образуя "соровый ландшафт". Между сорами протягиваются увалы, гряды, нередко большой протяженности, высотой до 5 м с асимметричными склонами. Межсоровые возвышенности нередко переработаны эоловыми процессами. Относительные превышения в целом достигают 10 м.

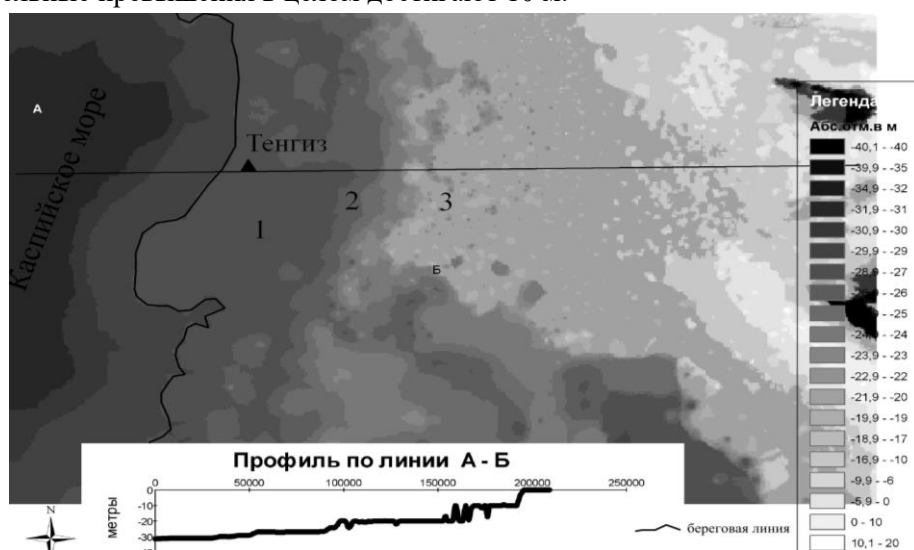


Рис. 2. Комплекс морских аккумулятивных равнин

позднеплейстоцен-голоценового возраста: 1 – поздненовокаспийская почти плоская равнина; 2 – волнистая позднехвальнская равнина; 3 – ранненовокаспийская волнистая равнина.

Морская ранненовокаспийская волнистая равнина также характеризуется осложнением ее поверхности сорами и небольшими массивами бугристо-грядовых песков близ соров. Относительные превышения здесь между днищами соров и наиболее возвышенными участками бугров и гряд достигают 5 м. Поверхность равнины так же находится на отрицательных абсолютных отметках (от -25 до -22 м) и гипсометрически находится ниже позднехвальнской равнины.

Морская поздненовокаспийская почти плоская равнина занимает значительную площадь и расположена на более низких абсолютных отметках (от -25 до -27 м). Она слабо расчленена сорами, которым сопутствуют единичные массивы бугристо-грядовых эоловых песков. Эта равнина делится на два подучастка: почти плоская равнина поздненовокаспийского возраста, осложненная долинами временных водотоков, с относительными превышениями до 2 м и плоская равнина – недавнее морское

дно (зона осушки), относительные превышения здесь редко превышают 0,5 м.

В пределах поздневокаспийской равнины очень широко развиты процессы подтопления. Подтоплены не только соры, но и участки, непосредственно к ним прилегающие. Неподтопленными являются лишь наиболее возвышенные участки бугров, гряд и увалов, сложенные эоловыми песками.

Современный рельеф в значительной степени связан с деятельностью ветра, который перерабатывает поверхность морской равнины с момента ее освобождения от морской воды в связи с отступлением моря. Здесь довольно часты ветры ураганной силы, а поверхность слабо закреплена растительностью, либо не закреплена вообще, причем сложена песчаными грунтами. Поэтому эоловые процессы протекают весьма интенсивно. Эоловой переработке подвержены как верхнехвалынские и нижневокаспийские образования с формированием бугристо-грядовых песков, но также и соры, с чем связано их постоянное углубление и расширение.

Выносимый материал аккумулируется с подветренной стороны первого же сколько-нибудь значительного препятствия, образуя в целом грядово-холмистый рельеф с превышением положительных форм над отрицательными до 3...5 м, чаще в пределах 1...3 м. В пределах грядово-холмистого рельефа ориентировка длинной оси отдельных форм, как правило, перпендикулярна преобладающему направлению ветров. Чаще всего небольшие песчаные массивы размером 250×750 м разобщены крупными соровыми понижениями, площадь которых нередко превышает несколько квадратных километров.

Плоскостная эрозия развита на возвышенных участках со срывом покрова и переноса его в понижения рельефа, которыми в основном являются соры. Эрозионные процессы активизируются во время весеннего снеготаяния и редких ливневых дождей. Поэтому существует как бы два вида водной эрозии: водная эрозия паводковых вод и плоскостной срыв. Плоскостная эрозия развивается на склонах бугристо-грядовых песков, бортах соров. Несмотря на незначительное количество атмосферных осадков плоскостной срыв имеет довольно существенное значение в формировании современного облика поверхности, так как она очень слабо задернована, а грунты, ее слагающие, очень неустойчивы к размыву.

На изучаемой территории происходит засоление грунтов зоны аэрации, что связано с интенсивным испарением с поверхности грунтовых вод, залегающих на большей части территории на глубинах менее 3 м. Территория засоления практически совпадает с площадями подтопления,

однако засоление грунтов зоны аэрации происходит очень неравномерно в зависимости от глубины залегания уровня грунтовых вод, степени характера их минерализации. Значительная часть территории подвергается систематическому затоплению нагонными волнами Каспийского моря, что еще более осложняет условия хозяйственного освоения территории.

В связи с активным развитием в районе нефтегазодобывающей промышленности и сопутствующей инфраструктуры резко возрастают техногенные нагрузки на природную среду в целом. Планиция рельефа под строительство инженерных сооружений, включающая в себя выполнение отрицательных и уничтожение положительных форм микро и мезорельефа, дорожно-транспортное строительство с неупорядоченным движением механизмов, прокладка продуктопроводов, ЛЭП, связи, возведение протяженных дамб без учета особенностей процессов современного рельефообразования приводит к нарушению устойчивости и активизации негативных рельефообразующих процессов, осложняющих экологическую обстановку. При этом нарушается морфологический профиль рельефа, происходит вынос мелкоземистого материала. Деградация и загрязнение почвенно-растительного слоя, иногда до полного его уничтожения, также влечет за собой усиление процессов дефляции, эрозии и суффозии.

Загрязнение подземных вод происходит чаще всего в результате непосредственной фильтрации в водоносные горизонты жидких отходов нефтеперерабатывающих предприятий, сточных вод промзон, хозяйственно-бытовых стоков населенных пунктов.

В пределах нефтяных месторождений и промыслов отмечается широкий комплекс изменений: формирование техногенно-измененного и техногенно-образованного рельефа. При этом активизируется развитие таких процессов, как подтопление, оврагообразование, дефляция, плоскостной смыв и оседание поверхности. С ростом добычи углеводородного сырья резко возросло негативное воздействие на окружающую среду.

Очевидно, что реализация комплекса природоохранных мероприятий не может быть рассчитана на эффект незамедлительного решения всех экологических проблем данной территории. Однако их последовательное и твердое осуществление с учетом особенностей современного рельефообразования, дополненное новыми мероприятиями, повышением экологической активности населения района может способствовать улучшению экологической обстановки территорий активного освоения, к которым относится и район Тенгизского месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. “Теңгізшевройл”. – 2003. 48 с.
2. Прикаспийская аккумулятивная равнина // Рельеф Казахстана. Часть 2 (пояснительная записка к геоморфологической карте КазССР). Алма-Ата: "Гылым", 1991. С.144-155.
3. Словарь по геологии нефти и газа. Л., Изд-во “Недра”, 1988.
4. Тлеубергенов С.Т. Экологические проблемы Прикаспийского региона. – Алма-Ата, Изд-во КазНИИНТИ. – 1989. 72 с.

Институт географии

ТЕҢІЗ МҢНАЙ-ГАЗ КЕН ОРНЫНЫҢ АУДАНЫҒЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ – ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР

Ю.Ф. Лый

Қазақстандық солтүстік-шығыс Каспий маңындағы Теңіз мұнай-газ кен орнының геоморфологиялық және экологиялық-геоморфологиялық жағдайлары қарастырылған. Қазіргі жер бедері тәуелсіздігінің техногендік есерге байланыстылығы қарастырылған. Зерттеудің экологиялық-геоморфологиялық жағдайлардың алдын алу үшін кешенді табиғатты қорғау мониторингінің қажеттігі қарастырылған.

УДК 551.4 (574.1)

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЭКОЛОГО-
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИКАСПИЙСКИХ
РАВНИН КАЗАХСТАНА**

Канд. геол.-мин. наук Ф.Ж. Акиянова

С применением современных ГИС-технологий на основе анализа материалов разновременной цифровой космической съемки изучено и картографировано геоморфологическое строение Прикаспийских равнин Казахстана. Проведен факторный анализ формирования и развития современного рельефа казахстанской части шельфа и побережья, выявлена роль рельефа в пространственной локализации трансгрессивно-регрессивных условий позднего плейстоцена и голоцена. Показана возможность изучения колебаний уровня моря в прошлом с применением геоморфологического метода.

Каспийский регион является классическим примером макрорегиональной геоморфосистемы, длительное время развивающейся в условиях неустойчивых состояний окружающей среды. Причем адаптация природно-хозяйственных систем Прикаспия до середины 70-х годов 20 столетия к низким отметкам уровня моря привела к селитебному и промышленно-хозяйственному освоению территории осушки. В связи с этим в зоне непосредственного воздействия современной трансгрессивной фазы Каспия оказались населенные пункты, освоенные земли, промышленные объекты. Особенно негативным фактором явилось затопление и подтопление разрабатываемых месторождений углеводородного сырья.

Разведанные в настоящее время запасы углеводородного сырья на мелководном шельфе Каспийского моря (Кашаган, Кайран, Актоты и др.), планируемые быстрые темпы их освоения выводят на первый план экологические проблемы этого региона и необходимость всесторонней оценки природно-антропогенной среды в целях предотвращения возможных негативных последствий. Одним из немаловажных компонентов геосистемы Каспия является рельеф шельфа и береговой зоны, от направленности и интенсивности развития которого зависит состояние взаимосвязанных с ним ком-

понентов природной среды, а также жизнеспособность социальной и хозяйственной инфраструктуры побережья.

Одним из существенных факторов, определяющих развитие Прикаспийской геоморфосистемы в целом, являются колебания уровня Каспия, обуславливающие основные трансгрессивно-регрессивные циклы плейстоцен-голоценового времени [7, 10].

Анализ опубликованных данных свидетельствует о том, что за последние 10 тыс. лет амплитуда колебаний уровня бассейна достигала 25 м), от минус 9 до минус 34 м (в среднем до 0,25 см/год) [5]. В период инструментальных наблюдений (с 1837 г.) амплитуда колебаний уровня составила 3,8 м, от минус 25.2 м в 80-х годах 19 века до минус 29 м в 1977 г. (до 2,5 см/год). За это время положительные годовые приращения уровня превышали 30 см трижды (в 1867 – 38 см, в 1979 – 32 см, в 1991-39 см), а отрицательные - дважды (в 1851-32 см, в 1937 – 31 см). Аномальные значения в два-четыре раза превышают среднемноголетние приращения в 20 столетии. Среднее положительное приращение годового уровня за 1978...1995 гг. составило 14,3 см, а среднее отрицательное приращение за 1930...1941 гг.-16 см. Эти данные свидетельствуют о достаточно быстрой смене знака для этого самого крупного внутриматерикового водоема, что порождает различные толкования причин. В исследовании причин современного резкого подъема уровня Каспия, который является рекордным по длительности и скорости за время инструментальных наблюдений, наметились два основных направления - климатологическое и геологическое, по которым имеются многочисленные публикации [2, 9, 11, 12].

Распространилось мнение, что начавшийся в 1978 г. подъем уровня связан с существенным изменением климатического режима, происходит смена эпох циркуляции, рост частоты широтной формы и сокращение меридиональной. В первую очередь, начиная с 1976 г., увеличивается циклональная деятельность в среднем на 12 % по сравнению с предыдущим десятилетием. Увеличилось число Атлантических (на 48 %) и Западно-Европейских (31 %) циклонов с одновременным ростом их водности на 35 и 18 % соответственно. Это привело, на фоне глобального повышения температуры воздуха, к росту облачности, увеличению атмосферных осадков (следовательно, речного стока) и сокращению испарения. Большинство исследователей сходятся на том, что повышение уровня Каспийского моря продлится, по крайней мере, до 2010 г., так как должна продолжаться синоптическая циркуляционная эпоха, начавшаяся в 70 годах. В связи с изложенным существенную значимость приобретают

детальные геоморфологические исследования, которые, наряду с изучением литолого-стратиграфических свойств рельефообразующих пород, позволяют проведение палеогеографических, в том числе палеоклиматических реконструкций.

Исходным материалом явились полевые и камеральные исследования казахстанской части шельфа и побережья Каспийского моря в пределах Атырауской и Мангистауской областей и материалы предшественников [6]. Методический подход изучения современного рельефа в целом базировался на традиционных методах, новым явилось широкое привлечение ГИС-технологий. На основе дешифрирования разновременных цифровых космических снимков изучено и картографировано в ArcView3.2 а и в некоторых модулях ArcGIS 8.3. геоморфологическое строение и процессы природно-антропогенного рельефообразования для всего побережья и ключевых участков береговой зоны. На основе векторизации гипсометрических и батиметрических данных по региону построена цифровая модель рельефа (ЦМР или DEM - Digital Elevation Model), являющаяся одним из многофункциональных современных средств построения и цифрового представления трехмерных пространственных объектов, применяемых и в тематическом картографировании. Широчайшие возможности визуализации и пространственного морфометрического и морфологического анализа позволяют применять их в геоморфологических, палеогеографических и эколого-геоморфологических исследованиях.

Геоморфосистема прикаспийских равнин Казахстан делится на две крупные системы – *Северо-Каспийскую*, включающую аккумулятивные низменные морские и аллювиально-дельтовые равнины и мелководный шельф Северного Каспия, а также *Бозащи-Мангистаускую*, в пределы которой входят аккумулятивно-денудационные и денудационные равнины полуостровов Бозащи, Мангистау и шельф Среднего Каспия. Развитие Северо-Каспийской геоморфосистемы подчинено смене трансгрессивных и регрессивных режимов рельефообразования и выражается системой «море-суша» или «берег-суша».

Аккумулятивные четвертичные морские, аллювиально-дельтовые и эоловые низменные равнины северного побережья и равнины прилегающего мелководного шельфа относятся к Прикаспийской впадине допалеозойской Русской платформы. Прикаспийская впадина или синеклиза является областью развития солянокупольной тектоники и имеет докембрийско-раннепалеозойский фундамент, который на широте пос. Каратон

залегает на глубинах 10...12 км, а на широте г. Атырау около 7...8 км. Фундамент здесь сложен преимущественно кислыми гнейсами и в рельефе его поверхности выделяются выступы и прогибы второго порядка. В разрезе осадочного чехла Северо-Каспийского района выделяются подсолевой, солевой и надсолевой комплексы. Подсолевой комплекс разделен на две части: нижнюю песчано-сланцевую толщу, с участием эффузивно-осадочных пород и верхнюю терригенную, карбонатно-терригенную. Средняя мощность соленосного горизонта достигает 2 км. Остальная поверхность, за исключением небольших выходов соляных куполов, сложена горизонтально залегающими песчано-детритово-глинистыми отложениями четвертичного времени, которые накопились в результате трансгрессий уже обособившегося внутриконтинентального морского бассейна. Особенностью тектонического строения Прикаспийской впадины является развитие солянокупольных структур. Сокращение или отсутствие на сводах структур осадков неоген-четвертичного возраста, выраженность в современном рельефе свидетельствуют о тектонической их активности в новейший этап [8].

Типичный для рассматриваемой площади разрез четвертичных отложений имеет мощность 30...35 м и представлен по материалам бурения (снизу-вверх):

- бакинским (нижнечетвертичным) горизонтом, вскрытым на глубине 15...28 м, мощностью 5...10 м. Серые и бурые плотные, жирные, известковистые глины, местами песчанистые и ожелезненные с прослоями мелкозернистых кварцево-слюдистых песков.

- хазарским (среднечетвертичным) горизонтом, расположенным на глубинах 10...18 м. Глины бурые и коричневые, огипсованные, прослой и линзы мелкозернистых песков и алевроитов. Вверху прослой ракушечника 0,5...1 м.

- хвалынским (верхнечетвертичным) горизонтом, мощностью 5...7 м. Коричневато-бурые плотные, бесструктурные глины и суглинки с прослоями легких известковистых супесей и мелкозернистых песков. Супеси и пески обводнены. Засоление хлоридное и сульфатно-хлоридное.

- новокаспийским (голоценовым) горизонтом. Серые мелкие и пылеватые пески, супеси, суглинки, опесчаненные илы и глины, ракушечники, мощностью до 7 м. Отложения связаны с последней трансгрессией Каспийского моря, максимум которой достигал – 22 м. Отложения палеонтологически охарактеризованы малакофауной, залегают несогласно на

хвалынских. Выделяются современные каспийские отложения (верхневокаспийские), которые на побережье распространены до отметок –25 м.

К континентальным четвертичным отложениям относятся суглинки, супеси и пески современных дельт рек Урала и Эмбы, мощностью до 10 м, отложения пойм и русел, а также разнородные пески и супеси долин временных водотоков. Отложения соросов представлены буровато-серыми засоленными супесями, песками, суглинками и глинами. По размерности материала преобладают частицы 0,25...0,1 мм (60...70 %). Глины весной текучие, летом – мягкопластичные. Мощность 1...2 м. Эоловые пески, с поверхности сухие, с глубиной слабовлажные, слабо засолены. Мощность до 2...4 м.

Среди форм антропогенного рельефа низменного побережья выделяются рельефоиды – искусственные формы рельефа: протяженные дамбы, защищающие населенные пункты и нефтяные промыслы от наводнений и часто используемые как дороги, насыпи железных и автомобильных дорог, карьеры, ирригационные каналы. Высота дамб в зависимости от рельефа местности 2...8 м, ширина по основанию не менее 10 м, протяженность – до нескольких сот км.

Бозащи-Мангистауская геоморфосистема, согласно ее развитию в новейший этап, делится на 2 подсистемы: Бозащинскую, с преобладанием в современном рельефообразовании аккумулятивных процессов и Мангистаускую, включающую денудационные пластовые равнины побережья с крупными переуглубленными котловинами, а также шельф Среднего Каспия. В целом развитие этой сложной региональной геоморфосистемы можно представить по упрощенной схеме взаимосвязей как «водораздел – склон – днище».

В структурном отношении Бозащи-Мангистауский район относится к Туранской плите, палеозойский складчатый фундамент находится на глубинах 4...7 км и выходит на поверхность лишь в ядре Каратауских поднятий. В осадконакоплении преимущественно терригенных слабодислоцированных мезозой-кайнозойских толщ платформенного чехла отмечаются многочисленные перерывы. Структурам платформенного чехла в современном рельефе соответствуют возвышенные структурно-денудационные плато на относительно литифицированном неогеновом субстрате, обрамленные чинками, абразионными и абразионно-аккумулятивными берегами [3, 4]. Исключением является полуостров Бозащи, тяготеющий по рельефу к структурам Прикаспийской низменности,

что подчеркивает его приграничное положение между двух крупных структур.

Одним из показателей неотектонической активности Северо-Бозашинского свода и Култукского прогиба является наличие грязевых вулканов, связанных с разрывными нарушениями. Мелководный шельф Северного Каспия (менее 20 м) отделен от погруженного шельфа Среднего Каспия (до 200 м) выраженным Мангышлакским порогом - продолжением п-ва Тупкараган.

Анализ данных повторного нивелирования в регионе показывает, что большая часть территории, включая низменное побережье, за последние 30...50 лет испытывает поднятие от + 0,2 до + 2 мм/год, в соответствии с рисунком. Значения увеличиваются в Мангышлак-Устюртском районе от + 1,6 до + 3,8 мм/год. Максимальные скорости вертикальных движений (более + 4 мм/год) приурочены к северу полуострова Тупкараган и югу полуострова Бозаши. Незначительное современное опускание от - 0,3 до - 0,6 мм/год испытывает Южно-Эмбенское побережье северо-восточного Каспия.

Абсолютные отметки поверхности структурно-денудационных равнин уменьшаются с востока на запад и с севера на юг от 280 м до 100 м. Характерной особенностью являются глубокие бессточные впадины, площадью в десятки и сотни км², в том числе Каракия (Карагие) с абсолютной отметкой днища в - 132 м, Ащысор (-38 м), Кошкарата (-34 м), Озен (31 м), Карамандыбас (40 м), Тунгракшин (30 м) и др. В расположении впадин наблюдается определенная закономерность, они образуют цепочки, параллельные каратауской структуре, кроме того впадины как правило приурочены к сводам антиклинальных структур. По наиболее распространенным представлениям образование впадин началось после отступления последнего неогенового (понтического) бассейна в пределах брахисинклинальных складок платформенного чехла. На сводах складок бронирующие равнину известняки были разбиты сетью трещин, по которым развивался карст. Дальнейшее расширение и углубление впадин происходило под воздействием сорových, суффозионных и более всего - дефляционных процессов.

По чинкам впадин обнажается горизонт известняков, мощностью до 30 м, который бронирует поверхность равнины. Известняки перекрыты четвертичными элювиальными отложениями, представленными супесью, мощностью 1...2 м. Известняки подстилаются глинами, мергелями и пес-

ками неогенового возраста и перекрываются четвертичными элювиальными отложениями, представленными супесью.

В понижениях впадин обнажены преимущественно глинистые породы неогена, в глубоких впадинах также палеогена, а в Каракия - даже верхнего мела. Песчанистые породы частично переработаны ветром. На углубленных участках днищ накапливаются четвертичные суглинистые осадки мощностью 2...4 м, по которым развиты современные соры и такыры. Борта впадин изрезаны овражной сетью, осложнены оползнями и местами выположены до 10...15°

Почвообразующими породами на поверхности денудационной равнины служат элювиальные и элювиально-делювиальные образования. Их мощность, степень щебнистости, супесчаности или суглинистости зависят от состава материнских пород. Относительно устойчивыми являются плотные оолитовые известняки, а пористые известняки-ракушечники, часто используемые в строительных целях, имеют небольшую прочность.

Обработка и анализ новых картографических материалов и дешифрирование разновременных космических снимков позволили выявить динамику развития описанных выше основных типов рельефа в пределах так называемой «истинной суши» и приуроченных к ним ведущих экзогенных процессов с учетом характера и степени антропогенного вмешательства, а также влияния современной трансгрессии Каспийского моря [1]. Но наибольшая трансформация рельефа характерна для береговой зоны, развивающейся в условиях тесного взаимодействия рельефообразующих сил суши и моря. Изучение и сравнение разновременных многоканальных цифровых космических снимков: Spot (1982 г), Ресурс (1998, 1999 гг.), Landsat-7 (.2000, 2001 гг.), Aster (2001, 2002 гг.), которые позволяют определить направленность перестройки берегов и выделить их наиболее динамично развивающиеся участки. Например, формирование современного бара у западного побережья п-ва Тупкараган, или активные обвально-оползневые и абразионные процессы северного побережья. На относительно углубленных участках возможно формирование вдольбереговых баров, как например, в З и СЗ частях п-ова Бозащи. Такие бары отчленяют узкие и длинные (до 3...5 км) лагуны, быстро осваиваемые тростниковой растительностью, которая ранее здесь полностью отсутствовала. На отмелях берегах осушенного происхождения, выровненных в результате сгонно-нагонной ветровой деятельности, важно определить границы часто повторяемых и максимальных нагонов. От этого зависит

сохранность защитных береговых дамб, автодорожных и железнодорожных насыпей.

Мангышлакский тип берега, обрывающийся, как правило, к морю на протяженных участках высокими крутыми уступами (чинками), в результате современной трансгрессии на 2,4 м вновь подвержен активной абразии. Например, на участке мыса Сагиндык высота чинка составляет почти 100 м, профиль ступенчатый с перепадом высот до 70 м. В верхней части чинка - отвесный уступ 12...15 м, в основании которого скапливаются глыбы обломочного материала. Ниже располагается наклонная поверхность, образованная денудационными процессами, ширина до 400 м. В ее пределах развит останцово-овражно-оползневой рельеф и возможны фрагменты древнекаспийских террас. Эта поверхность снизу ограничена активным клифом, высотой до 10 м. Клиф выработан в коренных известняках, в нижней его части образован бенч – слабонаклонная поверхность коренных пород абразионного происхождения, неровности которой выступают над водой.

Результатом проведенных исследований явились геоморфологические карты и карты рельефообразующих процессов, на которых показаны классы и типы рельефа, отражающие историю развития региона в новейший этап. Анализ реконструированных уровней за голоценовый (10 тыс. лет), исторический (2,5...3,0 тыс. лет) и инструментальный (1835...2003 гг.) периоды позволил по материалам Клиге Р.К. [5] выделить максимальные, средние и минимальные значения уровней, обозначенные в табл.

Таблица

Амплитуды колебаний уровня Каспийского моря

Уровень моря в метрах	Период		
	голоценовый (10 тыс. лет)	исторический (2,5-3,0 тыс. лет)	инструментальный (1835-2003 гг)
максимальный	-9	-20	-25,2
средний	-25	-27	-26,6
минимальный	-34	-34	-29
амплитуда колебаний	25 (0,35 см/год)	14 (0,55 см/год)	3,8 (2,3 см/год)

Амплитуда колебаний за инструментальный период основан на данных многих гидропостов и составляет 3,8 м, в среднем 2,3 см/год.

Для анализа пространственно-временных изменений картографированы наиболее подтвержденные и долговременные стояния Каспия: -34, -29, -27, -25, -22, -9, 0, 50 м (Рис.).

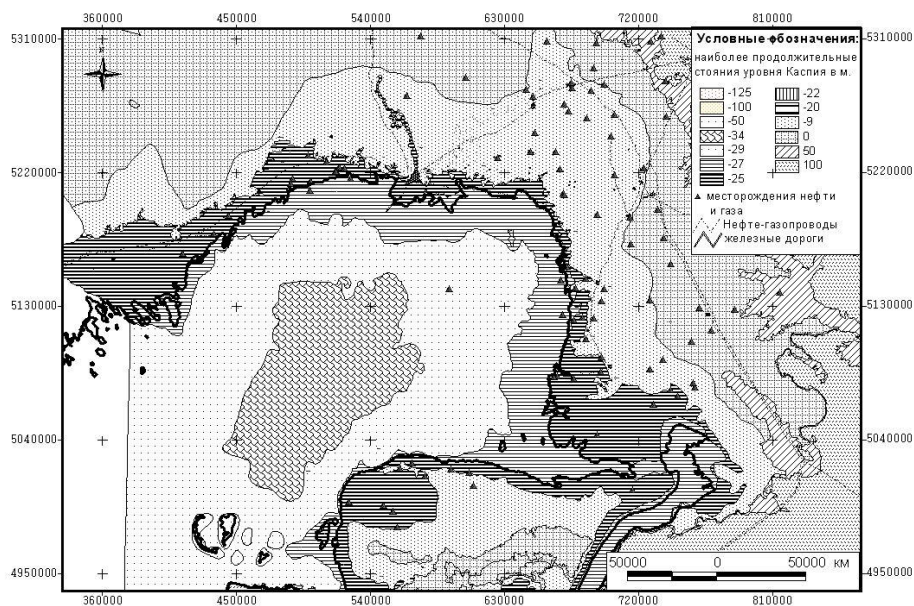


Рис. Фрагмент карты наиболее продолжительных стояний уровня Каспийского моря в позднем плейстоцене и голоцене.

Карта позволяет охарактеризовать риски затопления и подтопления селитебных объектов, месторождений углеводородного сырья и общей инфраструктуры нефтегазового сектора при различных сценариях колебания уровня. Судя по карте, в зоне подтопления и воздействия сгонно-нагонных вод расположены многие действующие нефтегазовые месторождения (Мартыши, Камышитовое, Жанаталап, Западная Морская Прорва, Терензек, Ботахан, Карсак, Тенгиз и др.), которые обвалованы дамбами в основном из местных грунтов, характеризующихся высокой проницаемостью и подверженностью абразионным и эрозионным процессам. Проблема загрязнения вод и почв нефтепродуктами является очень актуальной для полностью затопленных месторождений Восточная Кокарна, Тажигали, Прибрежное, Пустынное, Морское.

Для более детального выделения геоморфологических уровней полигенетических равнин казахстанского Прикаспия составлена цифровая модель рельефа (ЦМР) казахстанского Прикаспия, основанная на топографических и тематических картах, цифровых космических снимках и нескольких снимках DEM (Aster). Для привязки и уточнения абсолютной отметок местности в поле с помощью прибора глобального позициониро-

вания (GPS) определялись координаты пунктов триангуляционной сети или наиболее выразительных объектов.

Цифровая модель рельефа включает казахстанскую часть шельфа и побережья региона и отражает основные геолого-тектонические и геоморфологические особенности строения. Модель выполнена в наиболее распространенных форматах представления пространственных данных, основанных на сети TIN (Triangulated Irregular Network) и GRID. Анализ модели в формате TIN и GRID четко выделяет и дифференцирует по уровням наиболее широко развитые здесь поверхности аккумулятивных морских и денудационных равнин, показывает участки их расчленения. Уровни рельефа хорошо читаются на профиле.

Анализ модели в формате TIN и GRID показывает, к каким морфометрическим и морфологическим типам рельефа приурочены те или иные очаги нефтегазового загрязнения, а литологическая карта рельефообразующего слоя вкуче с анализом климато-гидрологических условий показывает, какие рельефообразующие процессы участвуют в транзите и аккумуляции тех или иных загрязняющих веществ.

Следующим шагом в обработке и анализе ЦМР было построение карт уклонов, на которых конкретизируются ареалы сноса и аккумуляции загрязнителей территории. Анализ карты показал ряд закономерностей в строении морских равнин, не отмеченных нами ранее. Полученные данные были дополнены картой экспозиции склонов, где экспозиции склонов могут быть показаны азимутами или румбами. Наложение всех полученных цифровых материалов позволило оценить и картографировать эколого-геоморфологические условия района исследований.

Таким образом, полученные в результате работ материалы свидетельствуют о том, что геоморфологическое строение и современная трансформация рельефа побережья и шельфа подчинены определенным природным закономерностям, среди которых существенная роль отводится колебаниям уровня Каспийского моря, на которые в целом накладывается усиливающееся в последние годы антропогенное воздействие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акиянова Ф.Ж. Закономерности современного рельефообразования Казахстанского Прикаспия и проблемы экологии. // Первый Центрально-Азиатский геотехнический симпозиум. – Астана, 2000. - С. 864-868.
2. Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровней морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее, будущее. М.: ГЕОС. - 1999. – 298 с.

3. Каспийское море: Вопросы геологии и геоморфологии. - М.: Наука, 1990. – 150 с.
4. Каспийское море: Проблемы седиментогенеза // Под. ред. В.Н. Холодова, Ю.П.Хрусталева и др.) – М.: Наука, 1989. - 184 с.
5. Кадукин А.И., Клиге Р.К. Многолетние колебания и современный уровень режим Каспийского и Аральского морей. // Тр. ГГИ. – 1990. – Вып. 338. – С.132-140.
6. Леонтьев О.К., Е.М.Маев и Г.И.Рычагов. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Издательство МГУ, 1977. – 208 с.
7. Маев Е.Г. Регрессии Каспийского моря (их место в четвертичной истории Каспия и роль в формировании рельефа дна) // Геоморфология. – 1994. – №2. –С.94 – 101.
8. Нурмамбетов Э.И. Прикаспийская аккумулятивная равнина // Кн.: Рельеф Казахстана. Часть 2. – Алма-Ата, Изд. «Ғылым». –1991. - С.144-155.
9. Родионов С.Н. Уровень Каспийского моря и климат. Человек и стихия // Гидрометеорологический сборник. - Л.: Гидрометиздат, 1991. - С. 97-100.
10. Свиточ А.А. Колебания уровня Каспийского моря в плейстоцене (классификация и систематическое описание). // В кн.:Палеогеография и геоморфология каспийского региона в плейстоцене. М.: Наука. 1991. – С.5 – 100.
11. Сыдыков Ж.С., Голубцов В.В., Куандыков Б.М. Каспийское море и его прибрежная зона. – Алматы: Олке, 1995. - С. 211.
12. Шиварева С.П., Ивкина Н.И., Строева Т.П. и др. Многолетние колебания уровня моря // Каспийское море у берегов Казахстана. - Алматы: Изд-во "Информ. аналит. центр геологии, экологии и природных ресурсов РК", 2000. - С. 6-7. №3. - С. 66-72.

Институт географии

КАСПИЙМАҢЫ ЖАЗЫҚТАРЫНЫҢ ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ - ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ

Геол.-мин. ғылымд. канд. Ф.Ж. Акиянова

Қазіргі заманға сай ГАЖ-технологиялары пайдаланылып, цифрлық ғарыштық съёмка мағлұматтарының негізінде қазақстандық Каспиймаңы жазықтарының геоморфологиялық құрылымы зерттелді, картаға түсірілді. Қазақстандық шельф пен жағалаумаңының қазіргі жер бедерінің түзілуі мен динамикасын факторларына талдау жасалып, плейстоцен мен голоценнің трансгрессиялық-регрессиялық жағдайларының кеңістіктік локализациясын-дағы ролі анықталды. Геоморфологиялық әдісті пайдалана отырып теңіз деңгейінің

өткен уақыттағы ауытқуларын зерттеу мүмкіншілігі көрсетілді.

УДК 504.53.06; 631.6.02

**ОБ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ
ЗЕМЕЛЬ АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ**

Канд. геогр. наук З.Х. Ахметжанова

Определено эколого-хозяйственное состояние территории Атырауской области на базе данных распределения земель по категориям хозяйственного использования. Приводятся недостатки общеизвестной методики оценки степени антропогенной нагрузки на исследуемую территорию. Предлагается методика расчета эколого-хозяйственного состояния земель Атырауской области.

К началу 20 века антропогенные процессы по мощности влияния на биосферу стали сопоставимыми с геологическими и другими естественными процессами. Однако такая констатация сама по себе еще не содержит ни положительной, ни отрицательной оценки антропогенных воздействий. Понадобилось несколько десятилетий, чтобы научная мысль пришла к выводу: магистральный путь развития цивилизации ведет к изменению природы; создаваемые человеком динамические равновесия в природно-хозяйственных системах, видимо, никогда не будут полностью эквивалентным средообразующим функциям естественных биоценозов.

Междисциплинарный характер проблем взаимодействия общества и природы predetermined широкий спектр экологических исследований, их многоаспектность. В связи с этим проблема эколого-хозяйственного баланса территории становится более актуальной.

Эколого-хозяйственный баланс территории – сбалансированное соотношение различных видов антропогенной деятельности и интересов различных групп населения на территории с учетом потенциальных возможностей природы, что обеспечивает устойчивое развитие природы и общества, воспроизводство природных ресурсов и не вызывает негативные экологические явления и последствия. Эколого-хозяйственный баланс позволяет совершенствовать существующие и создавать новые структуры землепользования, развивать производственную деятельность на основе приведения в соответствие основных элементов ландшафта и видов ис-

пользования земель с ориентацией на постоянное расширение природных систем жизнеобеспечения человека.

Для определения эколого-хозяйственного баланса территории необходимы следующие характеристики: распределение земель по их видам и степени антропогенной нагрузки, напряженность эколого-хозяйственного состояния территории, интегральная антропогенная нагрузка, естественная защищенность территории, экологический фонд территории.

Усиление промышленного освоения территории Атырауской области связано с увеличением антропогенной нагрузки на природную среду, что влечет ухудшение ее качества и необходимость в поиске возможностей оптимизации использования природных ресурсов и их охраны. Управление процессами рационального природопользования невозможно без изучения взаимодействия природных и хозяйственных объектов, функционирование которых определяет антропогенную нагрузку. От ее степени зависит экологическое состояние геосистемы Атырауской области. Поскольку, природный потенциал самоочищения почв (под которым понимается совокупность физических, химических и биологических процессов, обуславливающих естественное разложение, детоксикацию и утилизацию загрязняющих веществ, а также способность к восстановлению свойств почв) от продуктов техногенеза Атырауской области низок [1], а интенсивность его воздействия высока, появляется необходимость проведения эколого-хозяйственной оценки территории.

Эколого-хозяйственная оценка территории требует проведения двух этапов работ:

- получение упорядоченной классификации земель с введением в нее природоохранных (если таковые имеются);
- проведение оценки антропогенной нагрузки всех таксонов данной классификационной системы.

Изучение эколого-хозяйственного состояния территории Атырауской области проводилось с помощью данных Госкомзема, по которым было видно, что отчетные действующие системы документов не содержат сведений о природоохранных землях. Поэтому была проведена (на месте) их инвентаризация, (с включением земель заказного режима), результаты которых приведены в табл. 1 (данные 2003 года).

В табл. 1 парковая часть города не обозначена количественно, так как в настоящее время на территории города наблюдается сокращение этой части, из-за вырубki деревьев и строительства частных коттеджей. Среди

земель сельскохозяйственного назначения около 45 тыс. га Курмангазинского района области составляет территория особо охраняемого заказника «Новинский», который является единственным очагом земель природоохранного значения. В принципе, природоохранные функции выполняют земли государственного запаса, запасы водного и лесного фондов, не предоставленные в пользование и увеличивающие средостабилизирующую роль геосистемы и естественную защищенность природной среды. Из территории лесного фонда 51,2 тыс. га, заповедных порядка 45 тыс. га, остальные же относятся к землям различного охранного назначения (защитные полосы вдоль дорог и лесопарковая часть зеленых зон городов и т.д.).

Таблица 1

Природоохранные земли в составе основных категорий земель
Атырауской области

Наименование земель	Площадь (тыс. га)
Всего земель сельскохозяйственного назначения	2389,8
Земли граждан для ведения садоводства	0,9
Земли граждан для ведения крестьянского хозяйства	671,7
Земли негосударственных с/х юрид. лиц	1542
Земли государственных с/х юрид. лиц	228,6
Населенных пунктов	1375,6
Земли промышленности, транспорта, связи	539,5
Государственного лесного фонда, в том числе:	51,2
заказного режима	45
Государственного водного фонда	18
Государственного запаса	6841,3
Земли, используемые землевладельцами других государств	647,7
Вся территория области	11863,1

Естественно, максимальная техногенная нагрузка наблюдается на землях инфраструктуры (нефтепромыслы, города, населенные пункты, промышленность, транспорт и т.д.). Минимальная нагрузка наблюдается на землях естественных урочищ (земли различных запасов, заказников и заповедников). Существующие экспертные оценки антропогенной нагрузки (АН) по 5 бальной шкале, градации которой представлены в табл. 2, позволяют провести эколого-хозяйственную оценку по определению коэффициентов абсолютной и относительной антропогенной напряженности (АН), K_a и K_o соответственно, где: $K_a = \text{Земли с АН в 5 балл} / \text{Земли с АН в 1 балл}$; $K_o = \text{Земли с АН в 4 и 5 баллов} / \text{Земли с АН в 1 и 2 балла}$.

Таблица 2

Характеристика степени антропогенной нагрузки (АН) земель и соответствующая их классификация

Степень АН	Балл оценки	Группа земель
Низшая	1	Земли естественных урочищ
Незначительная	2	Естественные кормовые угодья
Средняя	3	Культурные и улучшенные кормовые угодья
Значительная	4	Пашня, многолетние насаждения
Высшая	5	Земли инфраструктуры

Согласно этой шкале каждому виду земель Атырауской области, соответственно приведенной классификации, присваивается соответствующий балл, после чего все земли объединяются в однородные группы (табл. 3).

Таблица 3

Распределение земель по 5-ти балльной шкале оценки антропогенной нагрузки

Категория земель	Площадь земель по группам, выделенным по степени антропогенной нагрузки, в баллах				
	1	2	3	4	5
Земли граждан для ведения садоводства			0,9		
Земли граждан для ведения крестьянского хозяйства		335,85	335,85		
Земли негосударственных с/х лиц			771	771	
Земли государственных с/х юр. лиц		76,2	76,2	76,2	
Земли населенных пунктов					1375,6
Земли промышленности, транспорта, связи					539,5
Земли лесного фонда	51,2				
Земли водного фонда	18				
Земли запаса	6841,3				
Земли, используемые землевладельцами других государств					647,7

Расчеты дали следующие результаты: $K_a = 0,4$ и $K_o = 0,8$. По своему смыслу, увеличение значений коэффициентов означает повышение антропогенной напряженности эколого-хозяйственного состояния, а при K_o , близким к 1, территорию можно считать сбалансированной по степени антропогенной нагрузки. Однако, если учитывать, что плотность воздействия антропогенной нагрузки не одинакова по всей территории, полу-

ченные значения, являясь средними по Атырауской области, не отражают истинного положения дел.

В произведенном расчете коэффициентов, значения земель, попадающих по степени антропогенной нагрузки в группу с баллом 3, остались не задействованными (табл. 3). Естественно, это может влиять на проведенный расчет и использование данной балльной шкалы не дает цельной и истинной картины эколого-хозяйственного состояния территории.

Поэтому, предлагается методика расчета эколого-хозяйственного состояния, имеющая шести балльную шкалу, где используются все значения представленных в классификации земель, а также несколько иная их классификация (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика степени антропогенной нагрузки (АН) земель Атырауской области по 6-ти балльной шкале

Степень АН	Балл оценки	Группы земель
очень низкая	1	природоохранные и неиспользуемые земли
низкая	2	сенокосы, леса, земли, используемые ограниченно
средняя	3	многолетние насаждения, рекреационные земли
высокая	4	пахотные земли, пастбища
очень высокая	5	орошаемые и осушаемые земли
высшая	6	земли инфраструктуры, нарушенные земли

Распределение земельного фонда по видам угодий Атырауской области (табл. 5), позволяет получить антропогенную нагрузку по 6-ти балльной шкале, представленную в табл. 6.

Таблица 5

Распределение земельного фонда по видам угодий

Наименование угодий	Площадь (тыс. га)	Наименование угодий	Площадь (тыс. га)
Всего по области земель	11863,1	Болота	412
Пашни	1,9	Под водой	79,5
Многолетние насаждения	0,7	Под каналами	25,8
Залежи	6	Под дорогами	35,3
Сенокосы	132,6	Под постройками	27,8
Пастбища	9684,2	Нарушенных земель	1,4
Огороды	2,4	Земли заказного режима	45
Леса	6,2	Прочих земель	1353,9
Кустарники	30,4	Земли водного фонда	18

В табл. 5, (из данных Госкомзема), площадь нарушенных земель составляет 1,4 тыс. га по области. Однако по [2], в радиусе 500...800 м от буровой скважины уничтожается 70...80 % почвенно-растительного покрова, а в радиусе 100 м – наблюдается их тотальное уничтожение. Тогда, площадь нарушенных земель из-за буровых скважин увеличится на величину: $3495\pi R^2$, где цифра означает число действующих буровых скважин Атырауской области, а R - радиус. Рассчитанная площадь нарушенных земель вокруг буровых скважин составила 274,4 тыс. га (при $R = 500$ м). В силу этого, в значениях нарушенных земель были проведены изменения (табл. 6).

Таблица 6

Распределение земель по 6 –ти балльной шкале АН

Наименование угодий	Площади земель по группам, выделенным по степени антропогенной нагрузки, в баллах					
	1	2	3	4	5	6
Пашни				1,9		
Многолетние насаждения			0,7			
Залежи			6			
Сенокосов		132,6				
Пастбищ				968,2		
Огородов					2,4	
Лесов		6,2				
Кустарников			30,4			
Болот						412
Под водой						79,6
Под каналами						25,8
Под дорогами						35,3
Под постройками						27,8
Нарушенных земель						1,4+27,4
Земли заказного режима	45					
Прочих земель	1353,9-274,4					
Земли водного фонда	18					

Тогда:

$$K_a = S_6 / S_1; \quad K_o = (S_4 + S_5 + S_6) / (S_1 + S_2 + S_3). \quad (1)$$

Коэффициент абсолютной напряженности территории показывает отношение площадей сильно нарушенных добычей полезных ископаемых или транспортом к площадям мало тронутых или нетронутых деятельностью человека земель. Это соотношение крайних по своему значению ве-

личин должно привлекать к себе особое внимание с целью уравновешивания сильных антропогенных воздействий с потенциалом восстановления ландшафта и поддержания на соответствующем уровне необходимой площади заповедников, заказников и др. природоохранных территорий. Чем больше последних, тем ниже коэффициент K_a и благополучнее складывается состояние окружающей среды. Вычисленное значение $K_a = 0,7$. Однако, этот коэффициент не показывает общее состояние исследуемой территории в силу своей абсолютности.

Коэффициент относительной напряженности K_0 в большей степени характеризует рассматриваемую территорию. При значении коэффициента, равном или близким к 1, нагрузка территории оказывается уравновешенной по степени АН и потенциалу устойчивости природы. В данном случае, вычисленное значение $K_0 = 8$, и антропогенная нагрузка превышает потенциал природоохранных территорий в 8 раз.

Каждому антропогенному воздействию или их совокупности соответствует свой предел устойчивости природных и природно-антропогенных ландшафтов. Чем разнообразнее ландшафт, тем он более устойчив. Это выражается, прежде всего, большим количеством и равномерным распределением биогеоценозов, урочищ, природоохранных зон и особо охраняемых территорий, совокупная площадь которых составляет экологический фонд. Очевидно, что чем больше экологический фонд, тем выше естественная защищенность территории.

В то же время, уровень естественной защищенности зависит от распределения земель по степени антропогенной нагрузки. Земли, характеризующиеся высокой степенью АН, как правило, имеют низкую естественную защищенность. Если, принять земли, входящие в экологический фонд с минимальной АН за S_1 , то площади земель с условной оценкой степени АН в 2, 3, 4 балла будут составлять $0,8S_2$, $0,6S_3$, $0,4S_4$, соответственно. Земли с баллами 5 и 6 не могут войти в экологический фонд, поэтому они не должны здесь во внимание приниматься.

Тогда, суммарная площадь земель с ресурсо-стабилизирующими функциями будет иметь вид:

$$S_{рф} = S_1 + 0,8S_2 + 0,6S_3 + 0,4S_4, \quad (2)$$

и коэффициент естественной защищенности территории будет определяться по формуле:

$$K_{ез} = (S_1 + 0,8S_2 + 0,6S_3 + 0,4S_4) / S_{общ}. \quad (3)$$

Если сравнивать коэффициент естественной защищенности территории с такими показателями, как лесистость, распаханность и т.д., то он носит интегральный характер и может быть использован для комплексной эколого-экономической оценки. Для нашего случая, расчет K_{ez} дал значение 0,4. Если, коэффициент естественной защищенности меньше 0,5, то данная территория перегружена хозяйственной деятельностью, или другими словами превышает предельная экологическая емкость природной среды.

Из изложенного следует, что для оценки эколого-хозяйственного состояния земель Атырауской области лучше применять данные распределения земельного фонда по видам угодий. Проведенные расчеты показывают, что эколого-хозяйственное состояние земель Атырауской области характеризуется перегруженностью, антропогенная нагрузка на которую, превышает устойчивость природной среды в 8 раз. Для улучшения природопользования необходимо создать рекреационные, традиционно-промысловые, аграрные и другие экополисы и технополисы. Но в любом случае обязательным составным элементом всех этих образований должны быть природные территории, выполняющие защитные, ресурсоформирующие и другие экологические функции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // Биогеохимические циклы. – М: Наука, - 1976. - С. 118.
2. Фаизов К.Ш., Карпеков К.Д. Современный техногенез и проблемы экологии почв аридной территории Казахстана // Гидрометеорология и экология.- 1997. - №5. - С.103 - 107.

Казахский национальный педагогический университет им. Абая

АТЫРАУ ОБЛЫСЫ ЖЕРЛЕРІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ- ШАРУАШЫЛЫҚ ҚАЛПЫН БАҒАЛАУ

Геогр. ғылымд. канд. З.Х. Ахметжанова

Мақала шаруашылықта пайдалану санаты бойынша жерді болудің деректер базасындағы Атырау облысының аумағынның экологиялық –шаруашылық жәй-күйін анықтауға арналған. Зерттелетін антропогендік әсері дәрежесін бағалаудың жалпыға белгілі әдістемесінің жеткіліксіз жақтары келтіріледі. Атырау облысы жерінің экологиялық – шаруашылық жәй-күйін есептеу методикасы ұсынылады.

УДК 626.8:631.165

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Доктор техн. наук Ж.С. Мустафаев

Канд. техн. наук Ж.Н. Байманов

На основе теоретической концепции о структуре и функционирования природной системы, предложена модель почвообразовательного процесса.

Крайне напряженная экологическая ситуация во многих регионах, где осуществлялось широкомасштабная мелиорация сельскохозяйственных земель, требует быстрого решения вопросов рационального природопользования и тщательного научного обоснования воспроизводства плодородия почв.

Как известно, природопользование, в широком смысле, рассматривается как совокупность различных форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению. Важнейшей его составляющей является сохранение, воспроизводство и рациональное изменение экологического баланса природных систем. Все это требует повышенного внимания к проблемам сохранения и расширенного воспроизводства почвенного плодородия мелиорируемых и прилегающих к ним земель.

Почва как компонент биосферы участвует одновременно в процессах биогеоценотического, витасферного и биосферного структурных уровней организации, занимая центральное положение во взаимодействиях геологического, микро- и макробиогеоценозного природных круговоротов. Одновременно она совместно с растительностью служит барьером тотальной денудации, соизмеримой с интенсивностью неотектонических процессов. Вследствие того, что почва находится на контакте трех сред: атмосферы, литосферы и гидросферы, здесь протекают биогеохимические реакции и превращения, характеризующиеся наибольшей активностью, многообразием и утонченной сложностью, а также происходит синтез соединений, нигде более не встречающихся.

Природная система, сформированная факторами почвообразования (климат - *cl*, организмы - *or*, рельеф - *r*, геология - *g*), включает гидро-

термическую подсистему, характеризующую энергетику почвообразования и климатическую зональность, а также многообразные процессы массообмена, проявляющиеся на зонально-региональном и локальном уровнях в свойствах и взаимосвязях водного, солевого, теплового и питательного балансов и режимов [6].

Принцип формирования почвообразовательного процесса в природных системах базируется на строгом учете закономерных природных процессов, учитывающих ритмические колебания климатических, гидрогеологических, гидрогеохимических и геологических условий, рассматривающих природу как единый организм. На основе их выделена таксономическая единица для классификации почвы, которая осуществляется в трех направлениях: географо-генетическое - имеющий свои истоки в классификационных схемах В.В. Докучаева (1882) и Н.М. Сибирцева (1953); профилно-генетическое – связано с работами П.С. Коссовича (1911), К.Д. Глинки (1924), К.К. Гедройца (1925), Н.П. Ремезова (1932), А.А. Роде (1955), которые развили представления о почвообразовательных процессах и направлениях, или типах почвообразования; эволюционно-генетическое – развивали в своих трудах П.С. Коссович (1911), Д.Г. Виленский (1924), С.С. Неуструев (1926), Б.Б. Польшов (1933), В.А. Ковда (1933), где согласно их представлениям, почвы должны объединяться в те или иные группы на основании их историко-генетических связей.

При этом, существующие генетические и пространственные связи отдельных почвенных индивидуумов, принципов формирования почвы и функционирования почвообразовательного процесса, которые могут быть вскрыты путем структурно-системного анализа, дает возможность построить концептуальный подход в разработке технологической схемы познания почвообразовательного процесса в природных системах и построить систему моделей, позволяющих целенаправленно регулировать их на орошаемых землях. Для учета многообразия внешних и внутренних связей почвообразовательного процесса выполнено описание их с учетом иерархической системы образования в природной системе, т.е., использована классификация почв, основанная на генетической почвенной типизации, установленной еще В.В. Докучаевым [5]:

- почвенный тип формируется в однотипно-сопряженных биологических и климатических условиях и характеризуется ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами;

- почвенные подтипы выделяются в пределах типа, которые качественно отличаются по проявлению основного и налагающегося процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами;

- роды почв выделяются в пределах подтипов, качественно генетическими и гидрологическими особенностями, особенно глубиной залегания грунтовых вод;

- виды почв выделяются в пределах рода по степени развития почвообразовательного процесса, которые характеризуются составом почвообразующих пород и химизмом грунтовых вод, т.е. по степени засоленности;

- разновидности почв определяются по механическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород;

- разряды почв обуславливаются генетическими свойствами почвообразующих пород.

Ранее В.В. Докучаевым, Б.Б. Полыновым, В.А. Ковдой, В.Р. Волобуевым было показано, что интенсивность всех процессов почвообразования и миграции веществ в зоне гипергенеза непосредственно зависит от количества энергии, получаемой земной поверхностью. Этот принцип, основанный на эволюции баланса веществ, принят за основу создания модели познания почвообразовательного процесса в природных системах.

Модель познания типа почвы в природных системах

Солнечная радиация и климатические факторы способствовали формированию закономерно сменяющихся с севера на юг геохимических зон, типов почв, зональности гидрохимического состава грунтовых вод [1, 4, 8, 11]. Поэтому для познания природы почвенных процессов важнейшее значение имеют климатические показатели, в первую очередь солнечная радиация (R), характеризующая энергетические ресурсы природной системы.

Замкнутая, по отношению к веществу, и открытая, по отношению к потокам энергии, глобальная геосистема по необходимости должна сочетать круговорот веществ с поступательным, направленным изменением всей географической оболочки. При этом круговорот выступает как механизм воспроизводства природных компонентов, который обеспечивает преемственность в процессе поступательного развития, и, следовательно, является необходимым условием почвообразовательного процесса в природной системе.

Почве присущи как физические, так и биологические закономерности. Поэтому почву называют открытой системой, энергетическое состояние которой описывается уравнением И.Р. Пригожина [13]:

$$dS / dt = dS_i / dt + dS_e / dt, \quad (1)$$

где dS_i / dt - характеристика энтропии необратимых процессов внутри самой системы; dS_e / dt - характеристика обмена энтропией между биологической системой и окружающей среды.

Как видно из уравнения (1), почва упорядочивает все потоки веществ в биосфере, выступая в качестве связующего звена и регулирующего механизма в процессах биологической и геологической циркуляции элементов: по существу, она «замыкает» все биохимические циклы, т.е. почвообразовательный процесс.

Поэтому, теоретическое обоснование модели почвообразовательного процесса на классификационном уровне – типе почвы, может быть реализовано на основе закона сохранения энергии, так как рассмотрение процесса влагообмена в природной системе «атмосфера - почва- грунтовые воды» немислимо без связи с процессом теплообмена, т.е. энтропии (dS). Последняя в термодинамике определяется как отношение работы (dA) к абсолютной температуре системы (T): $dS = dA/T$.

Как известно, любой физический процесс изменений и превращений, процесс теплообмена в конкретной географической точке за известный промежуток времени характеризуется балансом прихода и расхода энергии. Для оценки степени энергетической сбалансированности тепла и влаги в природной системе, широко используется комплексный гидротермический показатель, предложенный М.И. Будыко, «индекс сухости» (\bar{R}), представляющий собой отношение радиационного баланса (R) к затратам тепла на испарение выпадающих осадков (LO_c) $\bar{R} = R/LO_c$ [3]. По мнению М.Г. Баженова и М.Х. Сарсенбаева [2], общность понятий энтропии и радиационного индекса сухости заключается в характеристике единого процесса – теплового, и в физической смысле отношения: привнос теплоты соизмеряется с основной характеристикой состояния системы – ее внутренней энергией, представленной абсолютной или количеством испаряемой влаги (также энергетической характеристикой).

И.П. Айдаровым [1] и Ж.С. Мустафаевым [8], путем обобщения большого экспериментального материала, показана зависимость основных свойств почвы от величины радиационного индекса сухости (\bar{R}) (см.

табл. 1) и составлена схематическая карта почвенно-географических зон и высотных поясов [8].

Таблица 1

Зависимость между гидротермическими режимами и почвенным покровом

Зона увлажнения	R , кДж/см ²	$\sum t > 10^{\circ}C$	O_c , мм	\bar{R}	Тип почвы
Лесостепь	118,0	1700	276	0,80	Черноземы
Степь	132,6	2200	375	1,00	Темно-каштановые
Полупустыня	146,9	2800	250	1,80	Каштановые
Пустыня северная	195,8	3600	189	2,80	Светло-каштановые
Пустыня южная	227,3	4200	250	3,00	Бурые
Предгорная полупустыня	182,2	3400	387	2,00	Сероземы
Предгорная степь	168,0	2800	467	1,50	Каштановые
Степь	151,7	2600	472	1,30	Темно-каштановые
Горные степи и леса	140,0	2400	480	1,20	Горные типы

Этот показатель, характеризующий баланс энергии и определяющий протекание биохимических, гидрохимических и почвообразовательных процессов на Земле, в том числе на орошаемых землях [1, 8, 11]. Он может быть в перспективе использован, как теоретическая модель почвообразовательного процесса, позволяющий определить *тип и подтип почвы* и, как методологическая основа для обоснования экологически безопасной нормы техногенных нагрузок на природную систему:

$$\bar{R} = R / L(O_c + O_p + g),$$

где O_p - оросительная норма орошаемых земель; g - влагообмен между грунтовыми и почвенными водами.

Значение радиационного индекса сухости (\bar{R}), равное единице, свидетельствует о сбалансированности количества тепла и влаги, обеспечивающих максимальную интенсивность биологического круговорота и минимальный геологический круговорот воды и химических веществ, что

является основным принципом целенаправленного регулирования почвообразовательного процесса на орошаемых землях. Такое состояние почвы в агроландшафте характеризуется минимальной энтропией, т.е. экологическая система в высшей степени упорядочена относительно биомассы, тепла и влаги, находящейся в динамическом равновесии.

Эти общие закономерности изменяются в пределах одной географической зоны в зависимости от особенностей гидротермического режима, гидрологических и геохимических условий ландшафта. В условиях одинакового радиационного баланса (R) затраты энергии на почвообразование пропорционально «индексу сухости» (\bar{R}) и определяется по формуле В.Р. Волобуева [9]:

$$\bar{Q} = Q / R = \exp(-\alpha \cdot \bar{R}),$$

где Q – энергия, затрачиваемая на почвообразование; α – коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы.

Формула В.Р. Волобуева, для оценки затраты энергии на почвообразовательный процесс, очень близка по виду к физическому закону Бугера-Ламберта-Бэра, характеризующую световую энергию среды, что в теоретическом и методологическом плане может обосновать новое научное направление – построение общей теории почвообразовательного процесса на орошаемых землях.

Оценить количество неиспользованной энергии ΔQ можно также по разности между показателем энергии почвообразования, определенным в пределах благоприятного гидротермического режима \bar{R} , поддерживаемого соответствующим режимом орошения для данной почвенно-климатической зоны Q_o и природным показателем энергии почвообразования Q_n .

Модель познания подтипа почвы в природной системе

Определение подтипа почвы подчеркивается наличием качественных различий в системе генетических горизонтов, характеризующих переход к другим типам. Почвы различных подтипов, как различных уровней окультуренности, существенно отличаются по количеству и качеству органического вещества. Для их характеристики используется содержание в почве гуматных ($G_{гн}$) и фульватных ($G_{ф}$) гумусов и их соотношения

(G_{gn} / G_{ϕ}), азота (N), фосфора (Φ), калия (K) и гидролитическая кислотность (H_2) (табл. 2).

Таблица 2

Общая схема зависимости подтипа почвы от индекса почвы

Природная зона	\bar{R}	Подтип почвы	Химические свойства почвы					
			G_{gn}/G_{ϕ}	H_2	N	Φ	K	S
Лесостепь	0,8...1,0	Черноземы	1,5:3,0	7,0	0,4	0,3	3,0	8,8
	1,0...1,2	Южные черноземы	1,0	6,8	0,3	0,2	2,8	8,7
Степь	1,2...1,3	Темно-каштановые	1,0	7,0	0,2	0,1	1,8	10,6
	1,3...1,5	Каштановые	1,2	7,2	0,2	0,1	1,5	6,1
Полупустыня	1,5...1,8	Светло-каштановые	1,0	7,7	0,10	0,15	2,0	5,0
Пустыня	1,8...2,5	Бурые	0,6	8,0				5,5
северная	2,5...3,0	Светло-бурые	0,7:0,8	8,6	0,05	0,17	-	
Пустыня южная	3,0...2,0	Сероземы	0,7:0,9	8,5	0,07	-	-	7,1
Предгорная	2,0...1,9	Сероземы	1,0	8,5	0,1	-	-	7,0
полупустыня	1,9...1,5	Темные сероземы	1,0	8,0	0,20	0,25	3,0	6,8
Предгорная	1,5...1,4	Светло-каштановые	1,0	7,7	0,15	0,18	2,5	5,0
степь	1,4...1,3	Каштановые	1,32	7,5	0,17	0,17	2,0	8,0
Степь	1,3...1,2	Темно-каштановые	1,0:1,2	7,0	0,18	0,16	1,5	8,3
Горная степь, лес	1,2...1,0	Горные типы	0,9:1,2	5,0	0,60	0,25	2,8	8,7

Для познания подтипов почвы можно использовать интегральный показатель или индекс почвы [12]:

$$S = \frac{6,4(G_{gn} + 0,2G_{\phi})}{600} + 8,5\sqrt{N\Phi\Phi} \cdot 5,1 \cdot \exp\left(\frac{H_2 - 1}{4}\right),$$

где G_{gn} - гуматный гумус, т/га; G_{ϕ} - фульватный гумус, т/га; $N\Phi\Phi$ - соответственно доли допустимых или полудопустимых норм азота, фосфора и калия по отношению к максимально возможному их содержанию, %; H_2 - гидролитическая кислотность мг-экв/100 г почвы.

Модель познания рода почвы в природной системе

Наличие грунтовых вод на небольших глубинах внутри типа и подтипа почв с определенными контурами, сопровождается капиллярным и пленочно-капиллярным питанием почвообразующей растительности. Она служит источником постоянного приноса разнообразных соединений.

Поэтому, относительное положение уровня грунтовых вод, определенное как $(\Delta - \delta) / h_k$ - важнейший показатель почвообразовательного процесса. Она, наряду с другими показателями, определяет составляющие общего испарения влаги с дневной поверхности, соотношение источников его удовлетворения и интенсивность солеобмена с грунтовыми водами (Δ - глубина грунтовых вод, м; δ - мощность корневой системы растительного покрова, м; h_k - высота капиллярного поднятия грунтовых вод, м) (см. табл. 3).

Таблица 3

Основные характеристики почвообразовательного процесса
таксономических единиц – родов почв

Род почвы	Характер взаимодействия с грунтовыми водами	Питание из грунтовых вод (g / E)	Относительная глубина грунтовых вод $(\Delta - \delta) / h_k$
Автоморфный	Грунтовые воды не участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,00	$\geq 1,2$
Сероземно-луговые	Грунтовые воды в незначительном количестве участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,00...0,20	0,70...1,00
Лугово-сероземные	Грунтовые воды активно участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,30...0,70	0,20...0,70
Луговые	Грунтовые воды полностью участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,70...0,90	0,10...0,20
Болотные	Грунтовые воды и атмосферные осадки полностью участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,90...1,00	0,00...0,10

Действительно, при близком залегании грунтовых вод испарение влаги с дневной поверхности удовлетворяется за счет капиллярного подпитывания. Благодаря постоянному максимальному увлажнению почвенного слоя испарение приближается к своему максимальному значению, т.е. $\bar{R} = R/L(O_c + g) \rightarrow I$ (g - интенсивность влагообмена между почвенными и грунтовыми водами).

При близком залегании грунтовых вод величина суммарного испарения (E) близка к испаряемости (E_o), которую приближенно можно выразить в виде $E \cong R/L$. Тогда, закономерность влагообмена между почвенными и грунтовыми водами (g) можно раскрыть, преобразовав формулу С.Ф. Аверьянова $g = E_o(1 - \bar{\Delta})^n$:

$$g = \frac{R}{L}(1 - \bar{\Delta})^n,$$

где $\bar{\Delta} = \Delta/5m$; n - показатель степени.

По мере увеличения относительной глубины залегания грунтовых вод, испарение с дневной поверхности уменьшается благодаря снижению средней влажности поверхности почвы и почвенного слоя, одновременно уменьшается испарение из грунтовых вод, т.е. $g \rightarrow 0$. Анализ формирования почвообразовательного процесса в природных условиях с гидротермическими режимами от $\bar{R} = R/LO_c$ до $\bar{R} = R/L(O_c + g)$ свидетельствует о формировании различных *родов почв* внутри типа или подтипа почв, от сероземных до луговых почв. Эта эволюционная закономерность, которая происходит в природе, наталкивает на мысль о целесообразности их использования при создании модели почвообразовательного процесса.

Модель познания вида почвы в природной системе

Закономерности формирования природной гидрогеохимической системы, включающей химический режим водных растворов зоны гипергенеза (зона активных изменений), можно рассматривать как основу создания модели почвообразования для познания вида почвы.

Развитие почвенно-гидрогеохимического направления почвообразовательного процесса в природной системе основано на систематизации современных знаний о взаимосвязанных потоках веществ [11]. Поэтому, модель познания вида почвы следует разработать на базе не только какого-то одного фактора (глубина грунтовых вод, их сток, содержание солей в

почве и т.д.), а на основе выявления всего комплекса причин, обуславливающих ход процесса почвообразования, засоления и рассоления.

Формирование вида почв под влиянием гидрогеохимического режима природной системы предлагается оценивать через эколого-мелиоративный потенциал природной системы, который представляет собой комплексную качественно-количественную характеристику трех генетически и функционально связанных компонентов: атмосферы, почвы и грунтовых вод. Для оценки гидрогеохимического режима можно использовать мелиоративный показатель орошаемой территории или эколого-мелиоративный потенциал: $\bar{M} = \bar{A}_n / \bar{C}^*$, где \bar{M} - эколого-мелиоративный потенциал или мелиоративный показатель орошаемой территории; \bar{A}_n - работа, совершаемая в элементарном объеме потоком инфильтрационных вод в почвенном слое; \bar{C}^* - средняя концентрация солей в системе «поверхностная вода - почва - грунтовая вода» [7, 10]:

$$\bar{A}_n = (I-t) \frac{R}{L} (I - \bar{\Delta}) / O_c,$$

$$\bar{C}^* = \left[C_o + (I-t) \frac{R}{L} (I - \bar{\Delta}) \cdot C_z / O_c \right] / C_{don},$$

где R - радиационный баланс; L - скрытая теплота парообразования; O_c - атмосферные осадки; C_o - начальная концентрация почвенного раствора в почвенном слое; C_{don} - допустимые концентрации солей в почвенном растворе, которые соответствуют параметру незасоленных почв; C_z - концентрация солей в грунтовых водах; $(I-t)$ - время действия инфильтрации ($t = T / 365$), T - продолжительность вегетационного периода.

Таким образом, эколого-мелиоративный показатель (\bar{M}), который выражается одним числом, содержит в себе всю сумму влияния природы на процессы почвообразовательного процесса, засоления и рассоления в природных системах (см. табл. 4).

Таблица 4

Показатели эколого-мелиоративного потенциала почвы

Вид почвы	Показатель эколого-мелиоративного потенциала		
	\bar{A}_n	\bar{C}^*	\bar{M}
Незасоленные	1,0	1,0	0,9...1,0
Слабо засоленные	1,4	1,2	1,0...1,2

Средне засоленные	2,0	1,5	1,2...1,5
Сильно засоленные	2,7	1,7	1,5...1,7
Очень сильно засоленные	3,6	2,0	1,7...2,0

Модель познания разновидностей и разрядов почвы в природной системе

Разновидности и разряды почв зависят от механического состава почвы, который характеризуется объемной массой (плотность) (d), полной влагоемкостью ($\beta_{не}$), наименьшей влагоемкостью ($\beta_{не}$) и пористостью (P).

Для создания информационно-логических моделей познания разновидностей почв можно использовать теорию информации, которая имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами исследования сложных систем [15]. Преимущество информационного анализа заключается в том, что он не требует от исходных данных нормального распределения и линейности. Это позволяет исследовать также связь между качественными признаками системы, т.е. свойствами почвы. Идея информационного анализа данных заключается в сопоставлении априорной неопределенности явления с неопределенностью явления с учетом упорядочивающего влияния фактора.

Если фактор (B) или его отдельные состояния, характеризующие их свойства, несут информацию о явлении (A), т.е. механическом составе почвы, то значение состояния фактора устраняет часть или всю неопределенность явления.

Неопределенность, устраняемая состоянием фактора, рассчитывается формулой [14]:

$$I(A/b_k) = H(A) - H(A/b_k),$$

где $I(A/b_k)$ - информация, которую несет состояние фактора b_k о явлении A ; $H(A/b_k)$ - неопределенность явления при состоянии фактора A или так называемая условная неопределенность явления b_k по состоянию фактора; $H(A)$ - неопределенность явления A .

Согласно теории информации, из свойства величины энтропии исходит, что наименее смешанную оценку вероятности (P_i) можно получить, максимизируя функцию энтропии (S), отражающую неопределен-

ность данной информации: $S = -\sum_i P_i \cdot \ln P_i$. Согласно теории информации,

величина $H(A)$ рассчитывается по формуле:

$$H(A) = -\sum_i p(a_i) \cdot \log_2 p(a_i),$$

где $p(a_i)$ - вероятность отдельных состояний явления A .

Условная неопределенность явлений вычисляется по формуле:

$$H(A/b_k) = -\sum_i p(a_i, b_k) \cdot \log_2 p(a_i, b_k),$$

где $p(a_i, b_k)$ - условная вероятность состояния явления A при состоянии фактора b_k .

Для определения тесноты связи между фактором и явлением в целом вычисляется информация, которую несет фактор о явления в целом:

$$T(A, B) = \sum_i p(b_k) \cdot I(A/b_k),$$

где $p(b_k)$ – вероятность отдельных состояний фактора.

Для оценки тесноты связи пользуются следующим коэффициентом [16]:

$$K(B, A) = T(A, B) / H(A).$$

Коэффициент $K(B, A)$, или так называемая эффективность приема информации явлением A от фактора B , имеет явный смысл и может быть использована для познания разновидностей почвы, которые определяются по механическому составу почвы.

Таким образом, систематизация современных знаний о взаимосвязи потоков веществ, знания сущности и истории взаимоотношений между почвами и факторами почвообразования, в принципе, дает возможность разработать концептуальную модель почвообразовательного процесса (см. табл. 5).

Таблица 5

Концептуальная модель познания почвообразовательного процесса в природных системах

Модель почвообразовательного процесса	Классификация почв					
	тип	подтип	род	вид	разновидность	разряд
$\bar{R} = R / LO_c$	+	+	+	+	+	+
S		+	+	+	+	+
$(\Delta - \delta) / h_k$			+	+	+	+

$\bar{M} = \bar{A}_n / \bar{C}^*$	+	+	+
$T(A, B) = \sum_i p(b_k) \cdot I(A/b_k)$		+	+
$K(B, A) = T(A, B) / H(A)$			+

В концептуальной модели почвообразовательного процесса отражены эволюционные преобразования земной коры и ее геоструктуры под влиянием космической энергии, выраженные в виде постоянного геологического круговорота веществ. Это, в целом, определило ряд основополагающих принципов конструируемой модели почвообразовательного процесса: принцип целостного подхода, генетический принцип, принцип иерархической организации, выделение ключевых, интегрирующих факторов. Последний принцип означает, что для предсказания поведения системы важно знать, как она построена из более простых, и как простые организованы между собой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режима орошаемых земель. М.: Агропромиздат, 1985.- 304 с.
2. Баженов М.Г., Сарсенбаев М. Х. Теоретические предпосылки экологизации мелиоративных мероприятий // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии».-Алматы: 2001.- С. 264-273.
3. Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977.- 327 с.
4. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1974.- 128 с.
5. Докучаев В.В. Избранные труды. Под редакцией акад. Б.Б. Польшова. М.: Изд-во АН СССР, 1949.- 643 с.
6. Ковда В.А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973.-часть1.- 447 с; часть 2.- 468 с.
7. Количественные методы в мелиорации засоленных почв, Алма-Ата: Наука, 1974. – 174 с.
8. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане, Алматы, 1997.- 358 с.
9. Мустафаев Ж.С., Садыков С.С. Гидротермический режим орошаемых земель (Аналитический обзор). Жамбыл, 1996. – 74 с.
10. Мустафаев Ж.С., Умирзаков С.И., Ахметов Н.Х., Сейдуалиев М.А., Сагаев А.А., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Ландшафтно-экологическое обоснование адаптивного мелиоративного режима поч-

вы при реконструкции техногенных нарушенных природных систем в низовьях реки Сырдарья (Аналитический обзор), Тараз. 2002.- 98 с.

11. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1995.- 360 с.
12. Природа моделей и модель природы / Под редакцией Д.М. Гвишиани. М.: Мысль, 1986. – 270 с.
13. Прогожин И.Р., И. Стенгерса Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой /Пер. с англ.-М.: Прогрес, 1986.
14. Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно- логический анализ в медико-географических исследованиях // В кн: Итоги науки, сер. геогр., мед. геогр. М.: 1969, вып.3.-С. 5-73.
15. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов, Л.: Гидрометеиздат, 1984.- 264 с.
16. Фрей Т. Э.-А. Фотоценоз как многомерная стохастическая система. - Труды Моск. Общ. Испытателей природы, 1970, т. 38. –С. 237-247.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата

ТОПЫРАҚТЫҢ ПАЙДА БОЛУ КЕЗЕҢІНІҢ ТҰЖЫРЫМДАЛҒАН БЕЙНЕСІ

Техн. ғылымд. докто- Ж.С. Мұстафаев
ры

Техн. ғылымд. канд. Ж.Н. Байманов

Ғарыштық қуаттың қиінін өсерінен болатын, табиғи жүйенің құрамы және қызымет ету тұжырымдамасының теориялық негізінде, топырақтың пайда болу кезеңінің бейнесі ұсынылған.

УДК 504.4.062.2(574)

**СЕЛЬСКИЕ ОБЩИНЫ КАК ИНДИКАТОР УСТОЙЧИВОСТИ
РАЗВИТИЯ ДЕПРЕССИВНЫХ РЕГИОНОВ**

Т.Е. Сорокина

Разработка типовых концептуальных моделей водоустройства экологически дестабилизированных речных дельт для приостановления процессов деградации окружающей среды и смягчения тяжелой социально-экономической ситуации (бедности) в сельских районах (на примере Сырдарьи).

Экологическая катастрофа Аральского моря, произошедшая вследствие ошибок в выборе стратегии развития производительных сил региона, заключила в зону бедствия территорию Приаралья, площадью 900 км² и населением около 4 млн человек. Необратимые изменения природной среды и отрицательные социально-экономические последствия обозначили типовые проблемы, характерные для депрессивных районов.

Потеря промыслового значения Аральского моря повлекла закрытие рыбных заводов, списание рыболовецких и транспортных судов, ликвидацию рыболовецких колхозов. Возникла необходимость трудоустройства и переселения значительной части населения прибрежных районов, обострилась проблема занятости быстрорастущих трудовых ресурсов. Увеличение солевого выноса с осушенного дна повысило минерализацию атмосферных осадков, а накопление солевой пыли на растительности снизило биологическую продуктивность естественных ландшафтов и сельскохозяйственных угодий, что в свою очередь отразилось на численности поголовья скота. Неблагоприятная окружающая среда отрицательно сказалась на здоровье людей. Одним из тяжелых последствий резкого обострения социально-экономической и экологической обстановки стало обнищание широких слоев населения.

Наиболее критическая ситуация сложилась в Аральском и Казалинском районах. По официальной оценке только в Аральском районе в 2000 г. свыше 12 тыс. человек (18 %) проживали ниже черты бедности. За последние 15 лет в этих районах произошло снижение рождаемости на 27,9 % и 14 % соответственно. Естественный прирост за этот же период

сократился в Аральском районе на 40 %, а в Казалинском на 13,3 %. Здесь отмечен высокий уровень младенческой смертности, которая в 1997 г. составила соответственно 31,3 и 27 случаев на 1000 родившихся (по данным Аральского и Казалинского районных статуправлений).

Аральский район отличает редкоочаговый тип сельского расселения, для которого характерно изолированность сельских поселений от крупных центров и транспортных магистралей, удаленность от источников водо- и энергоснабжения в совокупности с низким уровнем развития материальной и инфраструктурной составляющих базы сел. Некогда береговые рыболовецкие поселки Каукей, Бозколь, Майдаколь с отступлением моря (так от пос. Каукей на 145 км) оказались отрезанными от водных ресурсов. Население поселков Шенгельды, Жуанбалык, ранее расположенных на берегу Аральского моря с потерей его промыслового значения, переселились в Каукей, Бозколь, Каратерень.

Для Казалинского района характерен очагово-линейный тип сельского расселения, при котором концентрация населения происходит вдоль транспортных магистралей и реки Сырдарья, в то время как периферия района остается почти незаселенной. Большая часть поселений сосредоточена в пределах верхней и средней части дельты Сырдарьи в зоне орошаемого земледелия.

Наряду с проблемой водообеспеченности остро стоит и вопрос обеспеченности энергоресурсами. Оторванность от энергосетей делает проблематичным нормальное жизнеобеспечение в поселках.

Более 10 лет назад совместно с географическим факультетом МГУ Институтом географии была разработана типовая модель автономного развития систем редкоочагового расселения, которая была включена в программу Глобального инфраструктурного фонда «Управление окружающей средой бассейна Аральского моря» [3].

Проект предполагал установку в каждом поселке автономного энергоузла, преобразующего энергию солнца и ветра в электрическую, сооружение насосной станции с опреснительной установкой на базе подземных вод, создание участка орошаемой пашни, пастбищного участка, лесозащитной полосы. Замыкающим звеном схемы автономного развития предполагалась организация минипроизводства по переработке сельхозпродукции, произведенной на местных сельхозугодиях. Однако данный проект остался нереализованным.

В настоящее время Правительство РК предпринимает активные меры для социально-экономической и экологической реабилитации сельских поселений депрессивных районов Приаралья. Определены два основных направления решения проблемы: размещение капвложений непосредственно «на местах» и вывод населения за пределы зоны бедствия. При этом вряд ли возможно говорить об осуществлении каждого из направлений в «чистом виде». Нередко процесс сселения сопровождается укрупнением относительно благополучных поселков этой же зоны, куда и направляются субсидии.

Следует отметить, что в последние годы резко возросла активность местного населения, желающего решать проблемы собственными силами. Для того чтобы выжить в такой ситуации необходимо сконцентрировать имеющиеся материально-технические ресурсы, изменить сложившееся до этого и пришедшее в упадок производство, освоить специализацию в соответствии с новыми производствами. Именно благодаря инициативе «снизу» возникли общественные объединения водопользователей, которые в полной мере отражают интересы местного населения и доводят их до структур власти, научных институтов и общественных международных и отечественных организаций, заинтересованных в реабилитации данного региона.

Так совместными действиями ученых, в частности Института географии, ведущих многолетний мониторинг природных и социальных явлений Приаралья и выступивших в качестве экспертов и консультантов, общественных объединений водопользователей Аральского и Казалинского районов были определены поселки для реализации программы UNDP «Развитие потенциала водопользователей для устойчивого развития».

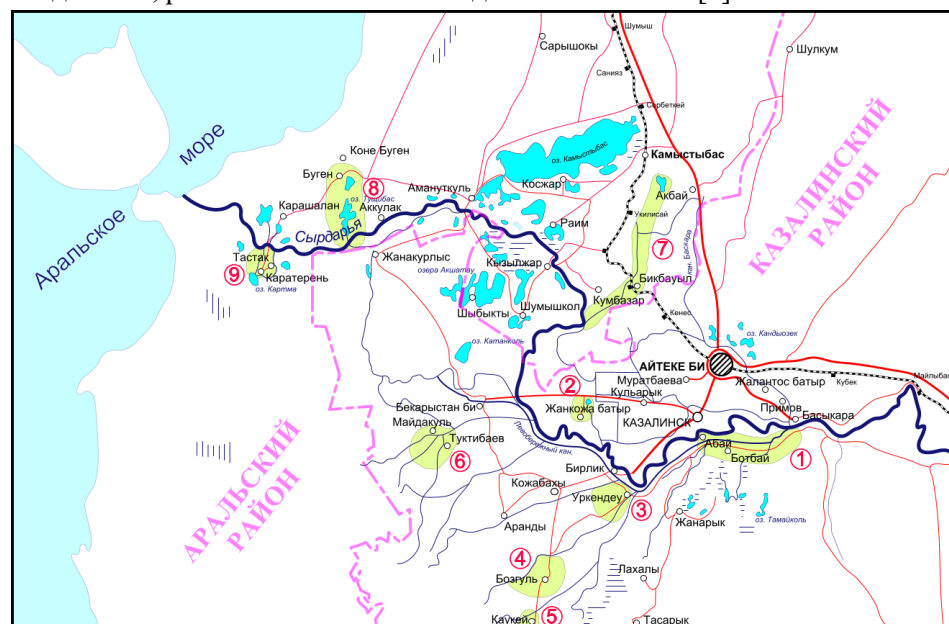
Концепция устойчивого развития включает три основополагающих аспекта; экономический, социальный и экологический. Реализация мер по каждому из этих направлений соответственно содействует устойчивому развитию экономики, социума, сохранению и восстановлению окружающей среды.

Глобальность идеологии устойчивого развития очевидна, поскольку политические, экономические и экологические проблемы не ограничиваются рамками какого-либо государства. С другой стороны, опыт локальных примеров устойчивого развития может служить положительной составной частью для решения проблем на глобальном уровне. В этой связи социальная стабильность, выступающая одним из элементов устойчивости, на уровне домашнего хозяйства и сельской общины во многом говорит о состоянии страны в целом. Именно на «низовом» уровне прослеживаются все вопросы устойчивого развития с их позитивными и негатив-

ными сторонами, что позволяет оценивать состояние сельской общины как комплексный показатель уровня развития государства. Опыт человечества в различных пространственных и временных масштабах указывает, что товарный потенциал села был резервом выживания любой страны в критические периоды ее развития [1].

Программа UNDP предполагает демонстрацию практических путей ведения более устойчивых методов сельского и рыбного хозяйства, а также управления водными ресурсами на уровне поселка посредством мобилизации общин.

В отобранных 9 поселках осуществляются пилотные проекты. При этом реализуются типовые концептуальные модели (схемы) водоустройства сельских общин, наиболее пострадавших в результате усыхания Аральского моря и сокращения речного стока в дельту Сырдарьи (рис.). Данные схемы были разработаны для оздоровления социальной и экологической обстановки депрессивных районов Приаралья и представляют собой 3 типа: растениеводческий, рыбохозяйственный и водоснабженческий [2].



① - зоны действия проектов

Рис. Зоны влияния пилотных проектов программы UNDP по Приаралью.

Растениеводческая модель территориально привязана к зоне орошаемого земледелия верхней дельты и призвана решать следующие задачи:

- улучшение коммунально-бытового водоснабжения поселков с озеленением территорий и улучшением микроклимата, развитием придомового овощеводства и садоводства;
- повышение рентабельности сельскохозяйственного производства на основе внедрения новых культур и водосберегающих технологий;
- увеличение занятости и доходов населения на основе организации на местах глубокой переработки сельхозпродукции.

Данная схема реализована в поселках Уркендеу, Жанкожа Батыр, Туктибаев, Майдаколь, Бозколь. Здесь на первом этапе осуществления проектов были организованы устойчивые системы водообеспечения поселковых природно-хозяйственных систем с обводняемыми составляющими – поселок, участок пашни, заливной сенокос, обводняемое пастбище, лесозащитные полосы, концевой водоем. На последующем этапе происходило внедрение маловлагодомких зерновых и технических культур (пшеница, сорго, овес, подсолнечник, сафлор), демонстрационные посевы которых размещены в поселках Туктибаев, Майдаколь, Бозколь. Одновременно внедрялась водосберегающая бороздковая технология орошения. Переработка полученной сельхозпродукции осуществлялась на месте минимельницами и маслопрессами.

Рыбохозяйственная модель территориально привязана к зоне ведения рыбного промысла и животноводства нижней дельты. При этом решаются следующие задачи:

- повышение продуктивности рыбохозяйственной отрасли на основе оптимизации водно-солевого режима и зарыбления дельтовых озер;
- улучшение кормовой базы животноводства посредством оптимизации режима увлажнения сенокосных угодий.

Эта схема реализована в проектах восстановления озерных систем Тушебас (пос. Боген) и Макпал (пос. Камыстыбас). На первом этапе были проведены гидротехнические мероприятия, направленные на повышение стабильности режима наполнения и проточности озерной системы Тушебас-Сартерень и организацию водосберегающего режима обводнения сенокосов, предотвращающего заболачивание и усыхание используемых угодий.

Водоснабженческая модель ориентирована на сельские поселения, не имеющие местных источников питьевой воды и решает следующие задачи:

- круглогодичное снабжение сельского населения питьевой водой на основе устройства резервуаров и поселковых водопроводных сетей с использованием различных внешних водоисточников;

- создание аварийного резерва питьевого водоснабжения на основе индивидуальных солнечных опреснителей.

Данная схема реализована в проекте питьевого водоснабжения поселка Каратерень. При этом были сооружены сборные железобетонные резервуары и внутриселковский водопровод. Намечается присоединение к третьей очереди Арало-Сорбулакской системы группового водопровода. Испытание индивидуального комплекса солнечного опреснителя и водонагревателя в поселке рассматривается как аварийный резерв получения питьевой воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мальковский И.М., Аскарлов А.Г., Пивень Е.Н., Соколов С.Б., Сорокина Т.Е., Толеубаева Л.С. Геоинформационная система поддержки проектов устойчивого развития Казахстанского Приаралья // Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. – Алматы: Гылым, 1998. – С. 312 – 322.
2. Мальковский И.М., Сорокина Т.Е. Типовые схемы водоустройства сельских общин экологически депрессивных районов Приаралья // Доклады к международной научно-практической конференции 22-23 января, 2003 г. «Современные проблемы гидроэкологии внутриматериковых бессточных бассейнов Центральной Азии», – Алматы, 2003. – С. 247-253.
3. Такано Й., Мукитанов Н.К., Мальковский И.М. Концептуальные основы межгосударственной программы ликвидации последствий Аральского кризиса // Мир науки. Всемирная федерация научных работников. – 1992. – 3. С. 16 – 19 (на русском, английском и французском языках).

Институт географии

АУЫЛДЫҚ ҚАУЫМ ДЕПРЕССИЯЛЫҚ АЙМАҚТАР ДАМУЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНЫҢ КӨРСЕТКІШІ РЕТІНДЕ

Т.Е. Сорокина

СоршаJan ортанын дeгpадациялыj процесстерiн тоjтау жтнысына арналJan экологиялыj кГйзелiс җзендер атырауын тгрлы концептуалдыj су орнату модельдерiн талдау ж,,не ауыр ,,леуметтiк – экономикалыj жаJдайды (кедейлiк) аудандарында (Cырдария мысалында) жеЎiлдiк жасау.

УДК 634.02:631.6

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ
КУСТАРНИКОВЫХ ГИПЕРГАЛОФИТОВ В РЕКУЛЬТИВАЦИИ
ОСУШЕННОГО ДНА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Г.Т. Далдабаева

Доктор техн. наук

Т.К. Карлиханов

В статье рассматривается процесс почвообразования на осушенном дне северной части Аральского моря в зависимости от времени обнажения. Предлагается три типа фитомелиорации с использованием перспективных видов местных галофитов и псаммофитов, предложен список растений – фитомелиорантов из местной флоры.

Обследование первичного зарастания осушенного дна северной части Аральского моря, образующихся засоленных почв, их химизма, механического состава и гидрологии показало, что вдоль современной береговой полосы моря намечаются три главных фитомелиоративных района. Эти районы принципиально отличаются друг от друга по растительным свойствам.

Первый фитомелиоративный район представлен полосой осушки 1...2-х последних лет. На заложенных нами стационарах это участки осушки 1997...1999 гг. В последующие годы подобные участки литорали будут возникать по прогнозу до 2010 года и далее.

Второй фитомелиоративный район охватывает территории 3...9 года осушки. На опытных стационарах это участки осушки 1986...1987 гг.

Третий фитомелиоративный район представлен территорией 10-го года осушки и далее до береговой линии 60-х годов.

Как показали исследования, приемлемое для посадок увлажнение грунтов сохраняется только в течение трех лет после отступления моря. Высокая влажность в прибрежной полосе, обеспеченность донных отложений и морской воды элементами питания обуславливают быстрое поселение однолетних гипергалофитов на осушенном дне моря. Уже на второй год после отступления моря появляются отдельные особи солероса, сведы и других галофитов, образующих на полосе третьего года обнажения густое покрытие. Почвообразовательный процес в прибрежной полосе свя-

зан с интенсивным испарением остаточной морской воды и развитием процесса засоления. Профиль грунтов на этой полосе насыщен солями равномерно, соответственно их содержанию в морской воде. Лишь у самой поверхности (0,1 см) происходит начальная концентрация солей. На полосе 2...3 года обнажения, при достаточной еще насыщенности грунтов влагой и капиллярном подтоке формируются приморские солончаки. Они характерны значительным накоплением солей (более 12 %) в поверхностном слое (0...1 см) и относительно небольшим засолением всего профиля от (0,4 до 2 %), в том числе в корнеобитаемой зоне. Таким образом в полосе зарастания однолетними галофитами с глубиной проникновения корней 20...30 см при наличии влаги (грунтовая вода на глубине менее 1 м) поддерживаются благоприятные условия для произрастания этих растений.

На участке 4...9-х годов обнажения происходит сильное иссушение поверхностных слоев грунта из-за снижения уровня грунтовых вод до 1,5...2 м. В этих условиях легкие грунты поверхностных слоев подвергаются выдуванию. Начинаются процессы дефляции, высота песчаных бугров достигает порядка 0,5 м. С развитием дефляции формируются почвы с навешанным чехлом. Горизонт максимального соленакопления смещается на глубину (0...10 см) и корнеобитаемый слой почвогрунта иссушается и однолетние галофитные группировки с неглубоко проникающей корневой системой (до 20...30 см) постепенно прекращают свое существование. Образуется полоса сорово-солончаковой пустоши – мощный источник дефляции солей и песка. Далее по мере навешивания песчаного чехла на 7...8 году обнажения процессы засоления практически прекращаются и начинается процесс рассоления и интенсивного физического иссушения поверхностных слоев. В этих условиях начинается формирование ксеромезофитной и ксерофитной пионерной растительности, среди которой преобладают псаммофиты (жузгун, астрагал).

На участке 10-го года обнажения и в более ранний период, включая береговую полосу 60-х годов, происходит формирование дюн, опесчанивание и выщелачивание почвогрунтов, которые в метровом слое практически рассолены. Поверхность покрыта разреженными псаммофитами (жузгун, астрагал), кустами тамарикса (гребенщика).

Выбор древесно-кустарниковых пород и травянистых растений, пригодных для ландшафтного строительства, определяется рядом критериев и функциональной ролью. Решающим критерием использования тех или иных видов является соответствие их требований к условиям места

произрастания. Для повышения приживаемости растений и создания долговечных насаждений с продолжительностью жизни не менее 20...30 лет, необходимо учитывать требования растений к следующей совокупности факторов: водного (осадки, грунтовые воды, механический состав почвы), солевого (соленость грунтовой воды, степень засоления и распределения солей по профилю почвогрунта), температурного (сумма положительных температур за вегетацию, верхние пределы высокой температуры и низкой, потребность в низких температурах при прорастании).

Для богарных условий фитомелиорации на Арале важно учитывать способность ряда галофитов использовать грунтовую воду или капиллярную влагу. Такие галофиты (фреатофиты) имеют корневые системы в глубоких слоях почвы. Использование такой морфологической особенности галофитов даст возможность применить их как авангардные виды для создания насаждений многолетних пород деревьев и кустарников в полосе заплеска и обнажения 1990...1999 гг., где или отсутствуют зарастание или оно представлено однолетними видами (неустойчивое зарастание). Корневые системы таких авангардных видов будут углубляться вслед за снижением уровня грунтовой воды и через 4-5 лет осушки территории создадут растительный покров там, где при естественном зарастании образуется пауза, сопровождающаяся формированием ксерофитной солевой пустоши со злостными солончаками.

Для подбора перспективных для фитомелиорации видов галофитов и псаммофитов проведено геоботаническое обследование зарастания и предложен список растений-фитомелиорантов из местной флоры.

Исходя из вышеизложенных лесопригодных условий на территории обнаженного дна Арала предлагается проведение следующих основных типов фитомелиорации.

Первый тип фитомелиорации – предлагается в зоне заплеска на территории ежегодного обнажения дна, полоса осушки 1990...2000 (2010 гг.), отметки 33 м и 35 м (в зависимости от попусков) до 40 м. В этом районе имеются относительно благоприятные условия для приживаемости растений – достаточная насыщенность грунтовой влагой и относительная обеспеченность растений элементами питания за счет морских донных отложений. Общая площадь этой зоны фитомелиорации в пределах Кызылординской области составит к 2000...2010 гг. около 2...5 тыс. км² (в зависимости от попусков), ежегодная площадь осушки в среднем в год порядка 250...350 км².

В связи со сравнительно высокой засоленностью в этой зоне грунтовой воды предлагается высаживать высоковыносливые многолетние гипергалофиты – селитрянку Шобера, сарсазан шишковатый, тамарикс, соляноколосник каспийский (для тяжелых и легких грунтов). Следует иметь в виду, что по мере дальнейшего уменьшения Аральского моря засоленность воды в нем будет увеличиваться и необходимо будет ориентироваться только на гипергалофиты. Посадка в этом районе растений семенами, видимо, затруднительна поскольку на поверхности образуется солевая корка толщиной до 1 см. Посадку саженцев или семян целесообразно производить вручную по способу «Меч Колосова» или при помощи двухсторонней мотыги. Эти способы разрешают производить посадку на глубину 10...20 см и при этом сохраняется неизменной структура почвы, исключается опасность ее высыхания. В связи со значительной насыщенностью грунтов водой в зоне заплеска проведение работ механизированным способом лесопосадочными машинами не представляется возможным. Высадку растений следует осуществлять поздней осенью или ранней весной. Посадка производится в шахматном порядке с расстоянием между саженцами в один метр.

Для проведения фитомелиорации в этой зоне потребуется 130...200 млн саженцев или семян в год. Для их выращивания необходимо иметь питомники общей площадью порядка 1,4...3,0 км².

Многолетние почвозащитные насаждения указанных галофитов создадут устойчивый растительный покров, уменьшат скорость ветра в приземном слое, создадут микроклимат для более быстрого и эффективного естественного зарастания, закрепят грунты и сократят дефляцию и солепылеперенос. Образование сомкнутого растительного покрова будет препятствовать физическому испарению грунтовой воды, содержащей соли, т.е. образованию солевой дефляции.

Второй тип фитомелиоративных работ предлагается осуществить на территории, которая в настоящее время представляет собой сорово-солончаковую пустошь и ксерофитная солевая пустошь, практически лишенную естественного зарастания с низким залеганием грунтовых вод. Эта территория представляется полосой по всему северо-восточно-западному побережью осушки 1980...1987 гг., отметки высот поверхности 40...43,5 м. Площадь этого района около 2 тыс. км². В связи с низким залеганием грунтовых вод и высокой засоленностью поверхностного слоя грунта (40...70 см) предлагается посадку растений осуществлять в траншеях (траншейным способом). Такой способ позволит удалить с площади

питания растений соленасыщенный грунт, а также обеспечит влагонакопление и промывку от солей корнеобитаемого слоя в осенне-зимне-весенний период, приблизит корни растений к грунтовым водам. Траншеи следует создавать поперек направления основных ветров. Глубина траншеи около 1 м, ширина 5 м, расстояние между траншеями – 10 м.

Посадку в траншеях намечается производить преимущественно солеустойчивыми древесно-кустарниковыми породами многолетних галофитов (табл.).

Таблица

Рекомендуемые породы многолетних галофитов

Галофиты	Грунт	
	тяжелый	легкий
Саксаул черный	+	+
Соляноколосник каспийский	+	+
Селитрянга Шобера	+	+
Тамарикс щетистоволосистый т. удлиненный, т. рыхлый, т. многоветвистый	+	+

Для лучшей приживаемости целесообразно высаживать одно-двухлетние саженцы или сеянцы ранней весной или поздней осенью. Посадки в траншеях проводятся рядами с многоярусной структурой, плотностью 1 м с тем, чтобы предотвратить возможность образования новой солевой корки в созданных траншеях, осенью предлагается для ограничения испарения с поверхности грунта, между рассадой древесно-кустарниковых галофитов провести одноразовые семенные посевы однолетних и многолетних травянистых галофитов (петросимония трехтычинковая, солерос европейский, сведа солончаковая, лебеда шарообразная, солянка натронная, кейреук). Семена этих видов можно собрать на месте, в дальнейшем путем самовозобновления и конкурентного отбора на этих территориях будут создаваться растительные сообщества из экологически и фитоценотически совместимых видов, которые будут выполнять роль биологического дренажа.

Третий тип фитомелиоративных работ охватывает полосу, где распространены подвижные слабозасоленные пески с низким расположением грунтовых вод – 2...2,5 м. Характерно естественное зарастание поверхности с разреженной древесно-кустарниковой растительностью, составляющей 20...30% проектного покрытия поверхности, что недостаточно для устойчивого закрепления грунта. Площадь территории в пределах Кызылординской области этого района фитомелиорации около 3 тыс. км².

Здесь целесообразно высаживать преимущественно засухоустойчивые древесно-кустарниковые породы, обладающие также повышенной солеустойчивостью (саксаул черный, волоснец гигантский, селин перистый, полынь песчаная, жузгуны, астрагал, песчаная акация, кохия простертая, терескен серый, чингиль, черкезы).

Для лучшей приживаемости желательна посадка производить однодвухлетними саженцами (сеянцами), хотя не исключается возможность посадки семенами указанных растений. После посадки саженцев и особенно посева семян следует предусмотреть проведение механической (сухой растительностью) или химической (нерозин) защиты от выдувания песка. Целесообразно сохранять в структуре посадок естественную растительность. Посадку растений следует производить полосами, направленными поперек розы основных ветров. Ширина защитных полос – 7...10 м, расстояние между полосами – 70...100 метров. При посадке растений в полосах следует создавать многоярусную структуру. Посадку саженцев (сеянцев) в полосах можно производить лесопосадочными машинами.

Через 2...3 года после посадки и укрепления защитных полос целесообразно межполосную территорию засеивать пастбищными кормовыми ксерогалофитными культурами (кейреук, камфоросма) по технологии, общепринятой для пустынной зоны. Предлагаемая фитомелиорация позволит закрепить грунты, препятствовать образованию барханных песков и песчаных бурь. Окультуренные пространства между защитными полосами предназначены для выпаса скота.

В связи со специфическими условиями в дельте Сырдарьи предлагается проведение следующих работ: на естественно увлажненных массивах и в озерах выращивание камыша. Камыш можно будет использовать для кормов и технических нужд. На отдельных территориях подвижных песков высаживать саженцы или сеянцы саксаула черного, изеня, жузгуна. В районах деградации тугайной растительности высаживать саженцы засухоустойчивых кустарников: тамарикс, терескен, жузгун, черкез Рихтера, чингиль. Создание зоны тугайной растительности перспективно на бывших территориях сильной заболоченности (посадка саженцев туранги, лоха, тамарикса); создание галофитных пастбищ на подсохших солончаках – подзимний посев многолетних кормовых галофитов (кейреук, изень, камфоросма, житняк, волоснец, терескен).

В зоне непосредственного влияния высохшего дна Арала целесообразно создание санитарно-защитных зеленых зон вокруг городов и поселков.

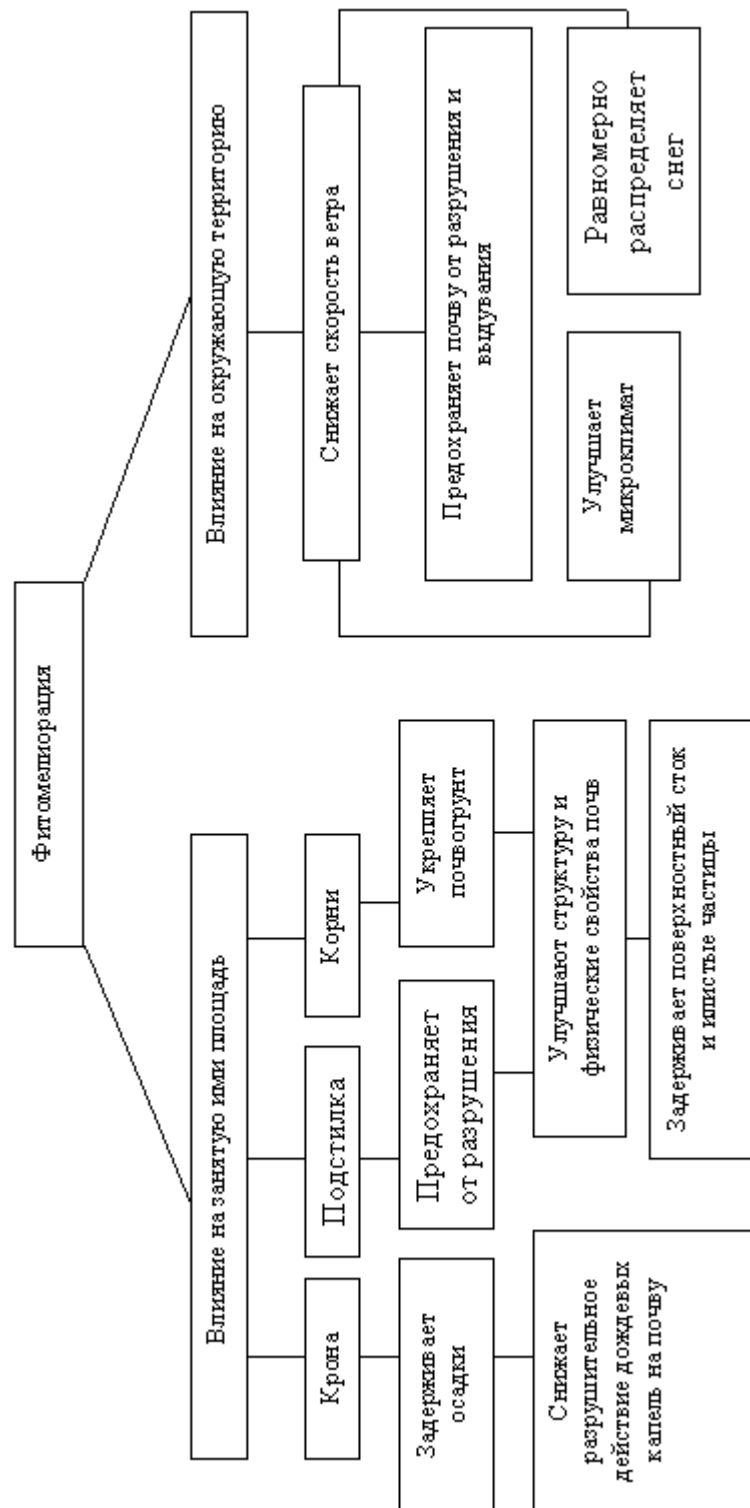


Рис. Схема противоэрозийной роли фитомелиорации.

Основное назначение зеленых защитных зон направлено на снижение вредного воздействия пыле-, соле-, песчаных бурь с территории осушенного дна моря. Посадка полос предусматривается в основном со стороны Аральского моря. Защитные полосы создаются по периметру города или поселка шириной от 100 до 300 м из древесных и кустарниковых пород саксаула черного, жузгуна, тамарикса и травянистых галофитов. Конструкция насаждений кулисная: 18-метровая полоса с 12-метровым разрывом, где сеются травы (однолетние и многолетние галофиты).

Вдоль берега в искусственно создаваемых водохранилищах целесообразно высаживать тростник, который позволит защитить берега от деформаций. Сам же тростник можно использовать для хозяйственных целей. По внешним границам тростниковых плантаций следует провести одноразовые семенные посевы травянистых галофитов (солерос, сведа и др.), в дальнейшем они будут возобновляться путем самосева. Полосные плантации травянистых галофитов будут выполнять роль биологического дренажа: приостанавливать образование солевой корки. Дальше создается тугайная растительность: тамарикс, туранга, соляноколосник и др., что будет предотвращать опасность вторичного засоления и служить зеленым барьером, выполняющим ветрозащитную и санитарную функцию.

Анализируя результаты вышеизложенных исследований разработана схема противоэрозинной роли фитомелиорации (рис.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азимов Р.А., Исаев И. Метод повышения солеустойчивости хлопчатника применением солей кальция. Ташкент // Труды ТИИМСХ –1982. – Вып. 61. – С. 23-29.
2. Генкель П.А. Физиология жаро и засухоустойчивости растений – М.: Наука, 1982. – 210 с.
3. Иванов В.В. Определитель растений Северного Прикаспия: Маревые, лилейные. Л.: Наука, 1989. – 420 с.
4. Курочкина Л.Я., Османова Л.Т., Карибаева К.Н. Кормовые растения пустынь Казахстана – Алма-Ата: Кайнар, 1986. – 320 с.
5. Лалыменко И.И. Особенности прорастания плодов *Nitraria shoberi* L. // Проблемы освоения пустынь, № 2. – 1972. – С. 27-35.
6. Румянцева А.А. Кустарники-галофиты, их экология и возможность использования в агролесомелиорации засоленных песков. // Тр. института земледелия Туркм. ССР, 1959. – т.2. – С. 46-57.

УДК 551.510.42

**О СОСТОЯНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 4 КВАРТАЛЕ 2003 ГОДА**

Канд. геогр. наук

М.Ж. Бурлибаев

Канд. геол. - мин. наук

Е.Ж. Муртазин

Н.У. Бултеков

Информация о состоянии загрязнения окружающей среды подготовлена по результатам работ, выполняемых специализированными подразделениями РГП «Казгидромет» по проведению экологического мониторинга за состоянием окружающей среды на наблюдательной сети национальной гидрометеорологической службы.

1. Состояние загрязнения воздушного бассейна

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха выполняются в наиболее крупных городах и промышленных центрах республики. Перечень подлежащих контролю загрязняющих веществ установлен с учетом объема и состава выбросов в атмосферу и результатов предварительного обследования загрязнения воздушного бассейна в конкретном населенном пункте.

Состояние загрязнения воздуха оценивается по результатам анализа и обработки проб воздуха, отобранных на стационарных постах наблюдений. Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест [1, 2]. Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности [3].

В 4 квартале 2003 г. наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха проводились в 19 городах республики: Актау, Актобе, Алматы, Астана, Атырау, Балхаш, Жезказган, Костанай, Караганда, Павлодар, Петропавловск, Риддер, Семипалатинск, Тараз, Темиртау, Уральск, Усть-Каменогорск, Шымкент, Экибастуз и пос. Глубокое (Восточно-Казахстанская область).

В течение квартала в г. Балхаше зарегистрировано 2 случая высокого загрязнения атмосферного воздуха - максимальные концентрации диоксида серы превышала ПДК в 11 раз (табл. 1.1).

Наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха отмечался в г. Шымкенте ($ИЗА_5 = 14,6$), г. Алматы ($ИЗА_5 = 12,4$) и г. Караганде ($ИЗА_5 = 12,3$) (табл. 1.2).

Таблица 1.1

Сведения о случаях высокого загрязнения (ВЗ) атмосферного воздуха

Город	Число, месяц	Время	№ ПНЗ	Концентрация диоксида серы	
				мг/м ³	кратность превышения ПДК
Балхаш	21 октября	13 час	№3	5,690	11,4
	22 декабря	13 час	№3	5,585	11,2

Таблица 1.2

Загрязнение воздушного бассейна городов Казахстана в 4 квартале 2003 г.

Пункт	ИЗА ₅	Примесь свыше ПДК	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, % выше ПДК
			мг/м ³	кратно ПДК	мг/м ³	кратно ПДК	
Актау	2,3	<i>NO₂</i>	0,04	1,0	0,13	1,5	0,5
Актобе	7,8	<i>NO₂</i>	0,04	1,0	0,09	1,1	0,5
		<i>Формальдегид</i>	0,011	3,7	0,020		
Алматы	12,4	<i>Пыль</i>	0,2	1,3	1,1	2,2	4
		<i>СО</i>	4	1,3	25	5,0	27
		<i>NO₂</i>	0,10	2,5	0,44	5,2	51
		<i>Фенол</i>	0,002		0,040	4,0	0,8
		<i>Формальдегид</i>	0,012	4,0	0,040	1,1	0,1
Астана	3,8	<i>Пыль</i>	0,2	1,3	3,8	7,6	11
		<i>NO₂</i>	0,06	1,5	0,58	6,8	19
		<i>NF</i>	0,003		0,070	3,5	2
Атырау	0,8	<i>Пыль</i>	0,1		0,4		
Балхаш	3,1	<i>SO₂</i>	0,091	1,8	5,690	11,4	4
		<i>Пыль</i>	0,1		3,1	6,2	1
		<i>NO₂</i>	0,02		0,10	1,2	0,9
пос. Глубокое	5,1	<i>SO₂</i>	0,049	1,0	0,57	1,1	0,4
		<i>Пыль</i>	0,1		1,3	2,6	2
		<i>NO₂</i>	0,07	1,8	0,20	2,4	33
		<i>Фенол</i>	0,002		3,8		7
Жезказган	4,6	<i>Пыль</i>	0,3	2,0	0,8	1,6	3
		<i>NO₂</i>	0,02	0,6	0,12	1,4	2
		<i>Фенол</i>	0,004	1,3	0,013	1,3	4

Пункт	ИЗА ₅	Примесь свыше ПДК	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, % выше ПДК
			мг/м ³	кратно ПДК	мг/м ³	кратно ПДК	
Караганда	12,3	<i>Пыль</i>	0,1		1,2	2,4	1
		<i>СО</i>	1		6	1,2	0,1
		<i>NO₂</i>	0,06	1,5	0,28	3,3	15
		<i>Фенол</i>	0,006	2,0	0,026	2,6	15
		<i>Формальдегид</i>	0,013	4,3	0,048	1,4	0,4
Костанай	3,6	<i>СО</i>	3	1,0	24	4,8	10
		<i>NO₂</i>	0,06	1,5	0,19	2,2	13
Павлодар	1,2	<i>СО</i>	1		10	2,0	0,7
		<i>NO₂</i>	0,01		0,10	1,2	0,2
		<i>HCl</i>	0,03		0,25	1,3	0,7
Петропавловск	5,0	<i>СО</i>	2		16	3,2	4
		<i>NO₂</i>	0,04	1,0	0,12	1,4	3
		<i>Формальдегид</i>	0,005	1,7	0,013		
Риддер	7,8	<i>SO₂</i>	0,083	1,7	0,229		
		<i>NO₂</i>	0,08	2,0	0,23	2,7	26
		<i>Фенол</i>	0,006	2,0	0,014	1,4	2
Семипалатинск	2,5	<i>Пыль</i>	0,1		0,6	1,2	0,5
		<i>NO₂</i>	0,05	1,3	0,2	2,4	11
		<i>Фенол</i>	0,003		0,010	1,0	
Тараз	7,0	<i>Пыль</i>	0,1		1,1	2,2	0,1
		<i>NO₂</i>	0,06	1,5	0,25	2,9	15
		<i>Формальдегид</i>	0,008	2,7	0,072	2,1	0,7
Темиртау	6,0	<i>Пыль</i>	0,2	1,3	1,3	2,6	2
		<i>Фенол</i>	0,008	2,7	0,042	4,2	19
		<i>H₂S</i>	0,001		0,012	1,5	0,4
Уральск	0,5	<i>NO₂</i>	0,02		0,7		
Усть-Каменогорск	7,4	<i>Пыль</i>	0,2	1,3	2,4	4,8	7
		<i>SO₂</i>	0,077	1,5	4,668	9,3	0,7
		<i>СО</i>	2		18	3,6	5
		<i>NO₂</i>	0,07	1,8	0,65	7,6	35
		<i>Фенол</i>	0,003	1,0	0,080	8,0	6
		<i>Формальдегид</i>	0,004	1,3	0,014		
Шымкент	14,6	<i>Пыль</i>	0,3	2,0	0,7	1,4	1
		<i>СО</i>	3	1,0	9	1,8	11
		<i>NO₂</i>	0,08	2,0	0,61	7,2	26
		<i>Аммиак</i>	0,05	1,2	0,47	2,4	2
		<i>Формальдегид</i>	0,015	5,0	0,044	1,3	1
Экибастуз	1,9	<i>Пыль</i>	0,1		1,0	2,0	2
		<i>СО</i>	2		13	2,6	6
		<i>NO₂</i>	0,02		0,12	1,4	2

Средние концентрации пыли в г. Шымкенте и г. Жезказгане равня-
лась 2ПДК, в г. Алматы, г. Астане, г. Усть-Каменогорск и г. Темиртау –

превышала 1 ПДК. В г. Астане наблюдалась максимальная из разовых концентраций пыли более 7 ПДК, в г. Балхаше более 6 ПДК, г. Усть-Каменогорске около 5 ПДК, в г. Алматы, г. Таразе, г. Экибастузе, г. Караганде, г. Темиртау и пос. Глубокое – более 2 ПДК, в городах Жезказган, Семипалатинск и Шымкент – более 1 ПДК.

Средние за квартал концентрации **диоксида серы** в г. Балхаше, г. Риддере и г. Усть-Каменогорске превышали 1 ПДК. В г. Балхаше отмечена максимальная из разовых концентраций диоксида серы более 11 ПДК, в г. Усть-Каменогорске - более 9 ПДК, в пос. Глубокое более 1 ПДК.

Средний уровень загрязнения воздуха **оксидом углерода** в г. Алматы достигал 1,3 ПДК, г. Костанай и г. Шымкенте – 1 ПДК. В г. Алматы и г. Костанай зарегистрированы максимальные из разовых концентраций оксида углерода - около 5 ПДК, в г. Петропавловске и г. Усть-Каменогорске - более 3 ПДК, в г. Павлодаре и г. Экибастузе – более 2 ПДК, в г. Караганде и г. Шымкенте – более 1 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **диоксида азота** в г. Алматы составила 2,5 ПДК, в городах Актау, Актобе, Астана, Караганда, Костанай, Петропавловск, Риддер, Семипалатинск, Усть-Каменогорск, Тараз, Шымкент и пос. Глубокое находилась в пределах 1...2 ПДК. Максимальная из разовых концентраций диоксида азота в г. Астане, г. Усть-Каменогорске и Шымкенте достигала 7 ПДК, в г. Алматы превышала 5 ПДК, в г. Семипалатинске, г. Костанай, г. Таразе, г. Риддере, г. Караганде и пос. Глубокое – 1...2 ПДК, в городах Актау, Актобе, Балхаш, Жезказган, Петропавловск, Павлодар и Экибастуз – более 1 ПДК.

Высокий уровень загрязнения воздуха **формальдегидом** (около 5 ПДК) наблюдался в г. Шымкенте. Средняя концентрация формальдегида в г. Актобе, г. Алматы и г. Караганде составила 4,3 ПДК, в г. Таразе – более 2 ПДК, в г. Петропавловске и г. Усть-Каменогорске - более 1 ПДК. В г. Таразе отмечена максимальная из разовых концентраций формальдегида более 2 ПДК, в г. Алматы, г. Караганде и г. Шымкенте - 1 ПДК.

Повышенное содержание **фенола** (2,7 ПДК) отмечено в г. Темиртау. Средние концентрации фенола в г. Жезказгане, г. Караганде, г. Риддере и г. Усть-Каменогорске находилась в пределах 1...2 ПДК. В г. Усть-Каменогорске зарегистрирована максимальная из разовых концентраций фенола равная 8 ПДК, в г. Алматы, г. Темиртау и пос. Глубокое – около 4 ПДК, в г. Караганде – более 2 ПДК, в г. Жезказгане, г. Риддере и г. Семипалатинске - более 1 ПДК.

В г. Шымкенте среднемесячная концентрация **аммиака** превышала 1 ПДК, максимальная из разовых - 2 ПДК.

В Усть-Каменогорске наблюдалось содержание **мышьяка** выше допустимой нормы.

В г. Астане зарегистрирована максимальная из разовых концентраций **фтористого водорода** более 3 ПДК, в г. Павлодаре **хлористого водорода** и в г. Темиртау - **сероводорода** - более 1 ПДК.

По сравнению с 4 кварталом 2002 г. в городах . Атырау, Алматы, Костанай, Риддер, Павлодар, Семипалатинск, Тараз, Уральск и Экибастуз состояние загрязнения атмосферного воздуха существенно не изменилось. В г. Актобе, г. Жезказгане, г. Актау, г. Темиртау, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое отмечено снижение уровня загрязнения воздуха, в городах Астана, Балхаш, Петропавловск, Караганда и Шымкент - увеличение (табл. 1.3, рис. 1.1).

Таблица 1.3

Приоритетный список городов Казахстана по уровню загрязнения атмосферного воздуха

Город	ИЗА ₅ за 4 квартал			Отрасли промышленности, влияющие на состояние загрязнения воздуха
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	
Шымкент	10,1	11,6	14,6	цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая энергетика,
Караганда	4,5	5,8	12,3	угледобывающая, автотранспорт
Алматы	14,7	11,7	12,4	энергетика, автотранспорт
Актобе	8,3	10,1	7,8	черная металлургия, химическая
Усть-Каменогорск	14,3	15,4	7,4	цветная металлургия, энергетика
Риддер	10,1	7,7	7,8	цветная металлургия, энергетика
Темиртау	7,7	7,9	6,0	черная металлургия, химическая
Актау	4,7	5,0	2,3	химическая
Тараз	8,0	6,7	7,0	химическая
пос.Глубокое	11,0	10,0	5,1	цветная металлургия,
Жезказган	6,9	7,1	4,6	цветная металлургия, энергетика
Семипалатинск	3,4	2,8	2,5	энергетика, строительных материалов
Астана	1,4	2,9	3,8	энергетика, автотранспорт

Город	ИЗА ₅ за 4 квартал			Отрасли промышленности, влияющие на состояние загрязнения воздуха
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	
Петропавловск	4,7	3,5	5,0	энергетика, приборостроение
Костанай	3,7	3,6	3,6	энергетика
Балхаш	2,3	2,3	3,1	цветная металлургия, энергетика
Экибастуз	1,4	1,9	1,9	энергетика, угледобывающая
Павлодар	2,1	1,3	1,2	нефтеперерабатывающая, энергетика
Атырау	1,2	1,8	0,8	нефтеперерабатывающая
Уральск	1,0	0,8	0,5	энергетика,
Средний ИЗА	6,08	6,00	5,49	

В сравнении с 4 кварталом 2001 в городах Актобе, Атырау, Костанай, Петропавловск, Уральск и Экибастуз уровень загрязнения атмосферного воздуха значительно не изменился, в г. Актау, г. Алматы, г. Жезказгане, г. Павлодаре, г. Риддере, г. Таразе, г. Темиртау, г. Семипалатинске, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое – снизился, в городах Балхаш, Астана, Караганда и Шымкент - возрос (табл. 1.3, рис. 1.1).

2. Качество поверхностных вод

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает действующие гидропосты национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбо-хозяйственного, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования [4, 5].

Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод [6].

По результатам наблюдений, выполненных подразделениями Казгидромета в 4 квартале 2003 года, наиболее загрязненным является бассейн реки Иртыш (Табл. 2.1).

Максимально загрязнены поверхностные воды реки **Брекса** и **Тихая** (ИЗВ – 7,84...5,24, 6 класс - «очень грязные») при превышении ПДК по азоту аммонийному (2,5 ПДК), азоту нитритному (до 12,5 ПДК), меди (до 11,6 ПДК), цинку (до 8,4 ПДК) и марганцу (до 3,1 ПДК).

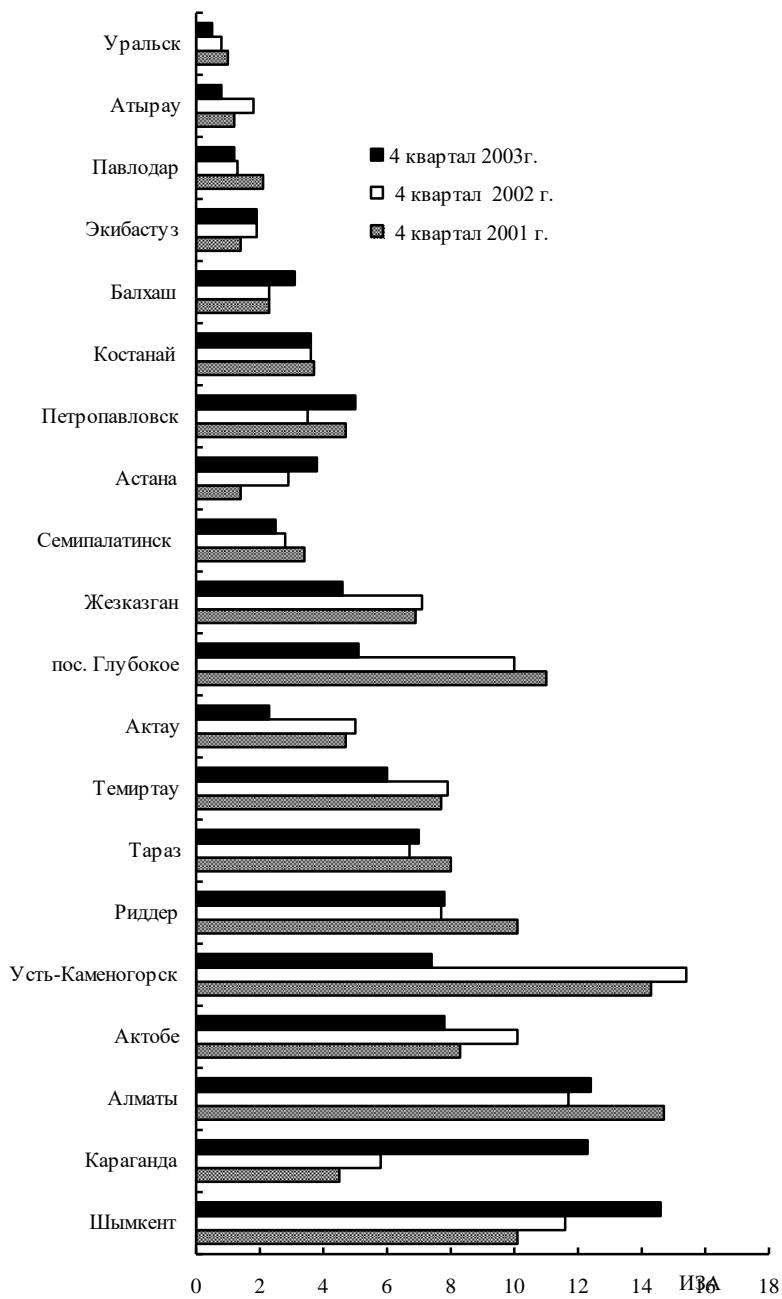


Рис. 1.1. Динамика индекса загрязнения атмосферы.

Таблица 2.1

Состояние качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям в 4 квартале

Река (область)	ИЗВ		Вещества	Средняя концентрация, мг/дм ³	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.				
р. Иртыш (Восточно-Казахстанская)	1,01	0,92	медь	0,0016	1,6	2 класс, чистая
р. Иртыш (Павлодарская)	0,9	0,98	медь	0,0021	2,1	2 класс, чистая
р. Бухтарма (Восточно-Казахстанская)	1,08	1,31	медь	0,002	2,0	3 класс, умеренно загрязненная
			азот нитритный	0,033	1,7	
р. Брекса (Восточно-Казахстанская)	7,84	4,89	азот нитритный	0,121	6,1	5 класс, грязная
			медь	0,0116	11,6	
			цинк	0,069	6,9	
			марганец	0,031	3,1	
р. Тихая (Восточно-Казахстанская)	5,86	5,24	азот аммонийный	0,95	2,5	5 класс, грязная
			азот нитритный	0,251	12,5	
			медь	0,0065	6,5	
			цинк	0,084	8,4	
р. Ульба (Восточно-Казахстанская)	1,98	2,11	марганец	0,022	2,2	3 класс, умеренно загрязненная
			азот нитритный	0,053	2,7	
			медь	0,0033	3,3	
р. Глубочанка (Восточно-Казахстанская)	3,85	3,22	цинк	0,019	1,9	4 класс, загрязненная
			азот нитритный	0,098	4,9	
			медь	0,0046	4,6	
			цинк	0,059	5,9	
р. Красноярка (Восточно-Казахстанская)	3,71	2,35	марганец	0,029	2,9	3 класс, умеренно
			медь	0,0022	2,2	
			цинк	0,055	5,5	

Река (область)	ИЗВ		Вещества	Средняя концентрация, мг/дм ³	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.				
			марганец	0,043	4,3	загрязненная
р. Уба (Восточно-Казахстанская)	0,81	0,82	медь	0,0016	1,6	2 класс, чистая
р. Урал (Западно-Казахстанская)	0,61	0,82	фенолы	0,0022	2,2	2 класс, чистая
р. Чаган (Западно-Казахстанская)	0,72	0,89	фенолы	0,0015	1,5	2 класс, чистая
			нефтепродукты	0,08	1,6	
р. Деркул (Западно-Казахстанская)	0,63	0,95	фенолы	0,0018	1,8	2 класс, чистая
			нефтепродукты	0,08	1,6	
р. Илек (Актюбинская)	3,72	5,02	бор	0,39	23,2	5 класс, грязная
			хром (6+)	0,29	14,8	
р. Тобол (Костанайская)	0,63	0,65	ХПК	39,2	1,3	2 класс, чистая
р. Ишим (Северо-Казахстанская)	1,05	0,96	железо общее	0,22	2,2	2 класс, чистая
вдхр. Сергеевское	0,85	0,87	железо общее	0,17	1,7	2 класс, чистая
р. Ишим (Акмолинская)	1,01	0,89	сульфаты	232	2,3	2 класс, чистая
вдхр. Вячеславское	0,56	0,64				2 класс, чистая
р. Ак-Булак (г. Астана)	0,85	0,64				2 класс, чистая
р. Сары-Булак (г. Астана)	1,03	0,76	сульфаты	182	1,8	2 класс, чистая
р. Жабай (Акмолинская)	1,27	0,90	сульфаты	187	1,9	2 класс, чистая
			нефтепродукты	0,08	1,6	
р. Нура (Акмолинская)	1,37	1,36	БПК ₅	4,10	2,1	3 класс, умеренно загрязненная
			сульфаты	363	3,6	
оз. Копя (Акмолинская)	1,21	0,97	сульфаты	309	3,1	2 класс, чистая
оз. Боровое (Акмолинская)	0,42	0,35				2 класс, чистая
оз. Большое Чебачье (Акмолинская)	0,54	0,52	сульфаты	184	1,8	2 класс, чистая
р. Нура (Карагандинская)	2,49	1,87	азот нитритный	0,033	1,7	3 класс, умеренно загрязненная
			медь	0,0033	3,3	
			фенолы	0,0035	3,5	
вдхр. Самаркандское (Карагандинская)	3,52	1,8	азот аммонийный	1,03	2,6	3 класс, умеренно загрязненная
			медь	0,0037	3,7	
			цинк	0,019	1,9	
р. Кара-Кенгир (Карагандинская)	4,62	2,50	медь	0,0045	4,5	3 класс, умеренно загрязненная
			цинк	0,034	3,4	
			нефтепродукты	0,16	3,3	

Река (область)	ИЗВ		Вещества	Средняя концентрация, мг/дм ³	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.				
вдхр. Кенгирское (Карагандинская)	6,51	2,40	медь цинк фенолы нефтепродукты	0,0021 0,025 0,005 0,16	2,1 2,5 5,0 3,2	3 класс, умеренно загрязненная
оз. Балхаш (Карагандинская)	2,80	2,73	медь цинк	0,012 0,013	12,0 1,3	4 класс, загрязненная
р. Или (Алматинская)	1,89	1,67	медь цинк	0,007 0,015	7,0 1,5	3 класс, умеренно загрязненная
р. Шарын (Алматинская)	1,72	2,01	медь цинк	0,005 0,017	5,0 1,2	3 класс, умеренно загрязненная
р. Шилик (Алматинская)	2,24	1,70	медь цинк	0,005 0,030	5,0 3,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Тургень (Алматинская)	2,5	0,95	медь	0,002	2,0	2 класс, чистая
р. Текес (Алматинская)	1,32	1,43	медь цинк	0,004 0,016	4,0 1,6	3 класс, умеренно загрязненная
р. Хоргос (Алматинская)	1,15	1,38	медь	0,005	5,0	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Капшагайское (Алматинская)	1,95	2,08	медь цинк	0,008 0,014	8,0 1,4	3 класс, умеренно загрязненная
р. Малая Алматинка (г. Алматы)	1,29	1,75	медь цинк нефтепродукты	0,015 0,017 0,07	15,0 1,7 1,4	4 класс, загрязненная
р. Есентай (г. Алматы)	1,06	4,12	азот нитритный медь нефтепродукты	0,036 0,019 0,08	1,8 19,0 1,6	5 класс, грязная
р. Большая Алматинка (г. Алматы)	1,53	4,35	медь	0,022	22,0	5 класс, грязная

Река (область)	ИЗВ		Вещества	Средняя концентрация, мг/дм ³	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.				
			железо	0,12	1,2	
р. Талас (Жамбылская)	0,81	0,60				2 класс, чистая
р. Шу (Жамбылская)	1,38	1,60	БПК ₅	3,82	1,9	3 класс, умеренно загрязненная
			медь	0,031	3,1	
			нефтепродукты	0,07	1,4	
р. Асса (Жамбылская)	0,90	0,68				2 класс, чистая
р. Сырдарья (Южно-Казахстанская)	2,07	2,19	азот нитритный	0,024	1,2	3 класс, умеренно загрязненная
			медь	0,004	4,0	
			сульфаты	522	5,2	

Таблица 4.1

Химический состав атмосферных осадков (по данным наблюдений за 9 месяцев 2003 года)

Метеостанция	Количество осадков	Концентрация ионов, мг/дм ³									Сумма ионов	pH
		Анионы				Катионы						
		SO ₄	CL ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺		
Алматы	752,3	5,42	2,29	0,40	7,89	0,64	0,64	0,70	0,94	3,67	22,59	6,69
Аксай	286,1	22,05	6,56	0,86	12,03	0,66	3,65	1,12	1,72	10,41	59,06	6,83
Актау	179,1	18,51	10,34	0,74	11,87	0,39	4,28	3,68	2,66	9,10	61,55	6,92
Актобе	307,3	10,21	5,60	0,39	10,78	0,39	3,29	1,58	1,39	5,56	39,21	6,98
Аральское Море	239,7	29,61	16,32	0,36	21,28	0,54	13,76	1,81	1,57	15,22	100,46	7,05
Астана	254,2	9,67	14,14	0,91	4,17	0,22	2,25	10,96	1,33	5,02	48,67	6,19
Атырау	136,3	67,98	44,08	1,61	26,39	1,94	19,18	3,72	6,76	36,10	207,77	7,18
Аул-4	85,6	26,77	18,21	0,46	15,95	1,42	10,03	4,64	3,05	10,23	90,76	7,03
Аякум	273,9	24,15	9,13	0,61	18,72	0,68	4,99	3,48	2,63	12,42	76,80	7,13
Балхаш	128,3	19,62	5,70	0,28	6,73	0,37	6,23	0,55	0,71	6,16	46,34	6,64
Большенарымское	207,5	2,99	1,29	0,11	1,49	0,22	0,54	0,19	0,34	1,27	8,44	5,85
Боровое	232,2	2,79	1,70	0,27	1,11	0,15	0,49	0,37	0,32	1,42	8,62	5,71
Бурно-Октябрьское	232,1	8,35	3,37	0,98	5,81	0,70	1,20	1,01	1,40	3,85	26,67	6,29

Метеостанция	Количество осадков	Концентрация ионов, мг/дм ³									Сумма ионов	рН
		Анионы				Катионы						
		SO ₄	CL ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺		
Есик	619,5	6,98	2,10	0,81	7,30	0,33	1,56	0,33	0,73	4,17	24,30	6,53
Жезказган	268,0	6,21	2,48	0,31	1,92	0,20	1,46	0,66	0,45	2,41	16,10	6,12
Жусалы	116,7	41,28	13,01	0,30	12,27	0,51	9,57	1,36	4,47	10,42	93,18	7,15
Иртышск	294,6	14,47	2,27	0,53	4,27	0,33	1,12	0,94	1,22	5,87	31,03	6,27
Казыгурт	480,5	8,26	8,83	0,60	7,87	0,61	3,49	1,39	0,96	6,18	38,19	6,44
Караганда	224,6	15,59	5,06	0,75	4,52	0,42	2,22	1,46	1,59	6,30	37,92	6,33
Караганд. СХОЗ	198,7	23,22	8,19	1,15	12,81	0,47	4,29	3,25	2,97	9,85	66,20	6,79
Капчагай	329,3	3,84	2,11	0,34	4,49	0,22	0,92	0,46	0,49	2,59	15,46	6,57
Каменка	268,9	21,05	6,52	0,57	6,04	0,70	3,08	1,06	2,49	7,72	49,23	6,59
Костанай	372,2	17,29	6,77	0,64	7,45	0,38	2,70	1,78	2,86	6,65	46,51	6,54
Мугоджарская	247,1	20,31	9,77	0,78	6,86	1,37	6,19	1,70	2,30	5,98	55,25	6,63
Мынжилки	1009,1	1,05	1,29	0,21	2,15	0,22	0,39	0,23	0,17	1,03	6,73	6,00
Новороссийское	266,7	20,99	13,99	1,43	10,40	0,21	3,68	2,40	3,24	12,13	68,48	6,76
Павлодар	188,4	15,09	5,09	0,51	5,95	0,44	3,31	0,85	2,34	4,67	38,26	6,44
Петропавловск	167,3	17,25	5,00	0,65	6,03	1,23	2,68	0,94	1,92	5,86	41,56	6,41
Пешной	4,9	31,22	29,78	1,40	14,15	0,06	18,90	4,68	2,32	15,80	118,31	6,79
Риддер	278,5	12,08	2,71	1,37	8,36	0,36	1,41	1,04	1,45	6,17	34,96	6,62
Семипалатинск	194,1	12,43	8,32	0,63	4,73	0,45	3,56	0,72	1,41	6,53	38,79	6,35
Тараз	327,1	9,91	3,75	0,36	4,46	0,72	1,97	0,58	0,84	3,87	26,46	6,46
Текели	691,2	13,31	8,42	2,16	6,43	0,75	4,11	2,02	1,94	5,61	44,75	6,57
Толеби	286,2	17,46	6,30	0,65	10,22	0,70	3,11	1,81	2,61	7,16	50,01	6,71
Уральск	204	15,36	4,31	0,98	8,40	0,42	1,77	0,85	2,08	6,45	40,64	6,72
Усть-Камененогорск	251,8	19,57	7,40	1,10	5,51	0,29	5,86	0,63	1,77	7,15	49,30	6,29
Шалкар	184,1	8,26	4,96	0,43	4,08	0,40	2,93	0,46	1,21	3,19	25,93	6,27
Шымкент	554,2	6,04	2,03	0,51	6,54	0,56	0,35	0,38	0,80	4,09	21,32	6,92
Щучинск	192,5	14,10	5,21	1,15	12,04	1,27	2,27	2,63	1,85	6,55	47,06	6,64
Экибастуз	204,6	10,89	3,32	0,28	3,70	0,23	1,65	0,82	1,83	2,68	25,40	6,34

Таблица 4.2

Содержание загрязняющих веществ в снежном покрове в 2002...2003 гг.

Метеостанция	Период залегания снежного покрова, сут	Средний влагозапас на маршруте, мм	Количество атмосферных осадков, мм		Концентрация, мг/дм ³									Сумма ионов	pH	Электропроводность, См/см ²
			за зиму	за предыдущий год	SO ₄	NO ₃	NH ₄	Cl	HCO ₃	Mg	Na	Ca	K			
Актобе	88	56,7	43,6	307,1	6,4	0,2	0,00	5,5	3,78	1,92	0,91	3,7	0,41	22,79	6,3	47,3
Алматы агро	108	145,0	194	1185,1	3,1	1	0,00	1	2,32	0,64	0,17	1,8	0,37	10,46	6	19,9
Балхаш	94	43,0	60,1	163,3	3,40	0,1	0,14	1,1	3,42	0,61	0,10	2	0,17	10,98	6,4	20,3
Большенарымское	108	90,3	81,7	424,0	3,6	0,2	0,27	1,9	2,93	0,11	0,15	3,2	0,20	12,51	6,2	24,6
Жамбыл	18	30,9	64,4	448,9	3,1	0,1	0,16	2,8	3,11	0,95	0,4	1,8	0,67	13,08	6,2	26,2
Иргиз	106	22,0	28,3	218,5	6,9	0,5	0,32	1,7	4,39	1,03	1,08	2,6	0,65	19,03	6,20	36,3
Иртышск	74	147,0	65,7	376,3	9,2	0,5	0,95	2,1	4,39	0,28	0,50	4,8	0,80	23,44	6,4	45,2
Каменка	86	94,5	56,7	267,1	6,1	0,8	0,22	2,3	2,56	0,98	0,94	2,4	0,58	16,86	5,9	33,8
Караганда	104	74,0	89,5	455,4	8,8	0,8	0,20	5,2	3,29	1,07	0,50	5,8	0,40	25,97	6,2	53,3
Костанай	92	100,8	68,0	408,5	6,8	0,6	0,29	2,6	4,03	1,61	0,97	2,5	0,23	19,54	6,1	39,0
Лениногорск	132	106,0	115	725,1	6,90	0,5	1,05	3,3	8,91	2,18	1,23	2,6	0,43	27,10	6,6	50,9
Мугоджарская	101	0,42	40,8	258,0	5,6	0,5	0,97	1,9	3,90	0,58	0,91	2,00	0,61	16,99	6,10	33,1
Новоросскийское	101	62,7	67,5	355,7	2,5	0,3	0,46	5,7	11,4	0,83	3,14	3,8	1,02	29,05	6,8	51,2
Семипалатинск	81	34,0	37,5	248,0	8	0,6	1,33	5,4	5,61	0,75	0,50	5,7	0,80	28,64	6,5	58,1
Семиарка	93	14,0	24,5	203,7	8,7	0,4	0,56	2	4,70	1,81	0,28	2,7	0,84	21,94	6,30	43,4
Тобол	93	36,0	63,4	426,6	11	0,2	0,38	5,2	7,56	1,13	3,52	5,2	0,91	35,43	6,6	67,6
Шалкар	73	60,0	31,9	208,9	6,5	0,4	0,76	3,3	2,93	0,51	1,56	2,7	0,82	19,46	6,2	39,3
Шемонаиха	98	106,0	413	613,7	11	1,3	0,33	3,7	9,09	0,31	3,56	6,4	0,94	36,36	6,2	65,9
Шымкент	18	37,8	76,2	691,2	3,2	0,2	0,46	1,1	4,21	0,86	0,50	1,10	0,60	12,30	6,3	20,9
Экибастуз	95	23,4	45,6	333,1	54	0,00	0,27	5,9	9,03	11,61	3,98	6,3	4,22	95,39	6,6	193,0

Река **Глубочанка** характеризуется как «загрязненная» (4 класс, ИЗВ – 3,22), при повышенном содержании азота нитритного (4,9 ПДК), цинка (5,9 ПДК) и марганца (2,9 ПДК).

Качество воды в реках **Бухтарма, Ульба** и **Красноярка** относится к 3 классу - «умеренно загрязненные» (ИЗВ – 1,31 и 2,35). Наблюдались превышения ПДК по азоту нитритному (до 2,7 ПДК), меди (до 3,3 ПДК), цинку (до 5,5 ПДК) и марганцу (4,3 ПДК).

Содержание загрязняющих веществ в реке **Уба** определялось по меди (1,6 ПДК) при значении ИЗВ-0,82 (2 класс - «чистая»).

На участке г. Усть-Каменогорск - г. Семипалатинск - г. Павлодар индекс загрязненности воды реки **Иргыш** составляет 0,92 и 0,98, что соответствует 2-му классу - «чистые», при содержании в воде реки меди (до 2,1 ПДК).

Реки **Урал, Чаган** и **Деркул** (Западно-Казахстанская область) отнесены к 2 классу – «чистые» (ИЗВ – до 0,95). Выявлено превышение ПДК по фенолам (до 2,2 ПДК) и нефтепродуктам (1,6 ПДК).

Река **Илек** в Актюбинской области относится к «грязненным» водным объектам. Содержание бора составляет – 23,2 ПДК и шестивалентного хрома – 14,8 ПДК. Среднее значение ИЗВ – 5,02 по качеству вода реки 4 - го класса.

Река **Тобол** (Костанайская область) по качеству воды относится к 2-му классу - «чистая», ИЗВ 0,65. Превышение ПДК отмечалось по ХПК (1,3 ПДК).

Река **Ишим** и вдхр. **Сергеевское** (Северо-Казахстанская область) характеризуется как «чистые» - 2 класс (ИЗВ 0,87...0,96). Содержание загрязняющих веществ превышают концентрации по железу общему (до 2,2 ПДК).

Реки **Ишим, Ак-Булак** (г. Астана), **Сары-Булак** (г. Астана), **Жабай**, вдхр. **Вячеславское**, озёра **Боровое, Щучье, Копя**, и **Большое Чебачье** (Акмолинская область) по качеству воды относятся ко 2-му классу - «чистые», (ИЗВ – 0,35...0,97). Отмечены превышения ПДК по сульфатам (до 3,6 ПДК) и нефтепродуктам (р. Жабай – 1,6 ПДК). В р. Ак-Булак, вдхр. Вячеславское, озёра Боровое и Щучье превышений ПДК не обнаружено.

Река **Нура** (Акмолинская область), характеризуется по качеству воды как «умеренно загрязненные» - 3 класс (ИЗВ –1,36), при повышенном содержании БПК₅ (2,1 ПДК) и сульфатов (3,6 ПДК).

Качество воды р. **Нура, Кара-Кенгир** и водохранилище **Самаркандское и Кенгирское** (Карагандинская обл.) относятся к 3-му классу - «умеренно загрязненные» (ИЗВ –1,80...2,50). В поверхностных водах этих водных источников содержание загрязняющих веществ составило: в р. Нура по азоту нитритному (1,7 ПДК), меди (3,3 ПДК) и фенолам (3,5 ПДК); в р. Кара-Кенгир по меди (4,5 ПДК), цинку (3,4 ПДК) и нефтепродуктам (3,3 ПДК); в вдхр. Самаркандское по азоту аммонийному (2,6 ПДК), меди (3,7 ПДК) и цинку (1,9 ПДК); в вдхр. Кенгирское по меди (2,1 ПДК), цинку (2,5 ПДК), фенолам (5 ПДК) и нефтепродуктам (3,2 ПДК).

Качество воды оз. **Балхаш** (Карагандинская обл.) относится к 4-му классу - «загрязненное» (ИЗВ –2,73). Содержание загрязняющих веществ составило по меди (12 ПДК) и цинку (1,3 ПДК).

Река **Тургень** (Алматинская область) относится к 2 классу – «чистая» (ИЗВ –0,95) при повышении по меди (2 ПДК).

Качество воды рек **Или, Шарын, Шилик, Текес, Хоргос, вдхр. Капчагайское** и оз. **Большое Алматинское**, (Алматинская область) соответствует 3 классу - «умеренно загрязненные» (ИЗВ 1,38...2,08), при повышенном содержании меди (до 8 ПДК), и цинка (до 3 ПДК).

Индекс загрязненности воды реки **Малая Алматинка** (г. Алматы) соответствует 4 классу - «загрязненная» (ИЗВ 1,06...1,53), при повышенном содержании меди (15 ПДК), цинка (1,7 ПДК) и нефтепродуктов (1,4 ПДК).

Река **Есентай** по качеству воды относится к 5 -му классу - «грязная» (ИЗВ –4,12). Отмечены концентрации азота нитритного превышающие ПДК в 1,8 раза, меди в 19 раз и нефтепродуктов 1,6 раза.

Река **Большая Алматинка** (Алматинская область) также характеризуется как «грязная» относится к 5 – классу (ИЗВ – 4,35). Содержание загрязняющих веществ составило по меди (22 ПДК) и железу (1,2 ПДК).

Реки **Талас** и **Асса** (Жамбылская область) определены как «чистые» (2 класс - ИЗВ 0,60 и 0,68). Превышения ПДК по отдельным компонентам не выявлены.

Индекс загрязненности воды р. **Шу** (Жамбылская область) составил 1,60 (3 класс - «умеренно загрязненная»), при содержании БПК₅ (1,9 ПДК), меди (3,1 ПДК) и нефтепродуктов (1,4).

Загрязненность р. **Сырдарья** (Южно-Казахстанская область) определяется значением ИЗВ – 2,19 (3 класс - «умеренно загрязненная»), при содержании азота нитритного (1,2 ПДК), меди (4 ПДК) и сульфатов (5,2 ПДК). По сравнению с 3 кварталом 2003 года отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (Рис. 2.1).

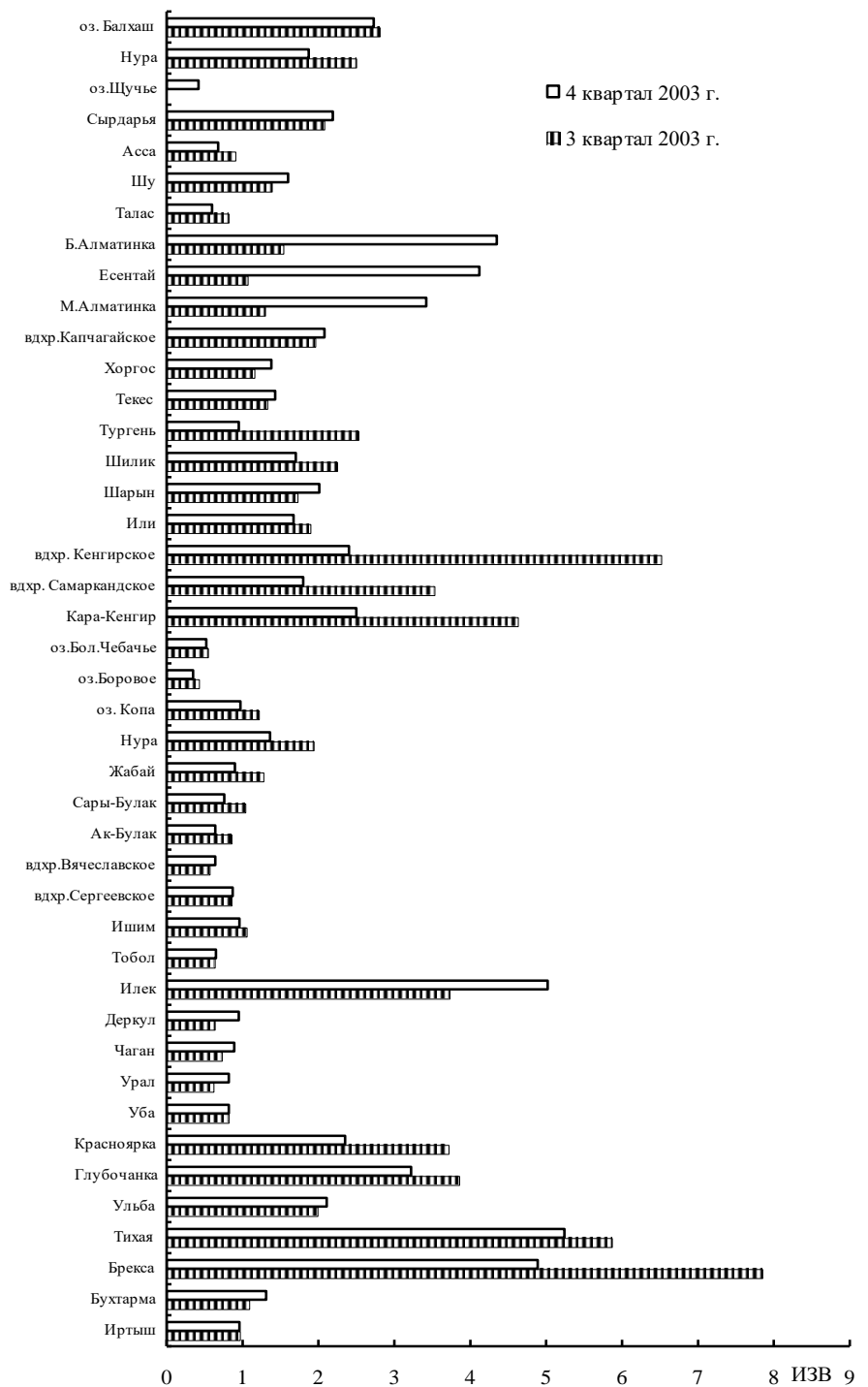


Рис. 2.1. Динамика индекса загрязнения воды.

По рекам Восточного Казахстана качество воды не изменилось в реках Иртыш (Павлодарская), Бухтарма, Тихая, Ульба, Глубочанка, и Уба. По остальным рекам наблюдалось небольшое улучшение качества воды.

В Западном Казахстане качество воды на один класс ухудшилось в р. Илек. По остальным рекам изменений не наблюдалось.

На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды улучшилось в р. р. Ишим, Сары-Булак, Жабай, Кара-Кенгир, оз. Копа и вдхр. Самаркандское, Кенгирское. По остальным водным объектам изменений не отмечено.

В Южном Казахстане отмечено улучшение качества воды в р. Тургенъ. Значительное ухудшение наблюдалось в р. р. Малая и Большая Алматинка, Есентай. Также несколько ухудшилось состояние воды в вдхр. Капшагайское и оз. Большое Алматинское. Для остальных наблюдаемых водных объектов качество воды осталось на прежнем уровне.

За этот же период отмечается ухудшение качества воды в находящихся под влиянием населенных пунктов реках: Ульба (рудн. Тишинский), Илек (г. Алга), Малая и Большая Алматинки, Есентай (г. Алматы). По другим наблюдаемым водным объектам, находящимся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось: Брекса (г. Риддер), Глубочанка (с. Белоусовка), Красноярка (с. Предгорное), Кара-Кенгир (г. Жезказган) (Табл. 2.2).

Таблица 2.2

Влияние населенных пунктов на уровень загрязненности
поверхностных вод

Наименование пункта контроля	ИЗВ		Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	4 кв. 2003 г.	
р. Иртыш, г. Усть-Каменогорск	1,19	1,04	3 класс, ум. загрязн.
р. Иртыш, г. Семипалатинск	0,83	0,71	2 класс, чистая
р. Иртыш, г. Павлодар	0,93	0,96	2 класс, чистая
р. Бухтарма, г. Зыряновск	1,08	1,31	3 класс, ум. загрязн.
р. Ульба, рудн. Тишинский	2,87	3,14	4 класс, загрязненная
р. Ульба, г. Усть-Каменогорск	1,38	1,34	3 класс, ум. загрязн.
р. Тихая, г. Риддер	5,86	5,17	5 класс, грязная
р. Брекса, г. Риддер	7,84	4,78	5класс, грязная
р. Глубочанка, с. Белоусовка	5,43	3,05	4класс, загрязненная
р. Глубочанка, с. Глубокое	2,28	3,27	4 класс, загрязненная
р. Красноярка, с. Предгорное	3,71	2,28	3 класс, ум. загрязн.
р. Уба, г. Шемонаиха	0,81	0,81	2 класс, чистая
р. Урал, г. Уральск	0,60	0,64	2 класс, чистая

р. Чаган, г. Уральск	0,51	0,73	2 класс, чистая
р. Деркул, п. Селекционный	0,59	0,89	2 класс, чистая
р. Илек, г. Алга	4,45	6,80	6 класс, очень грязная
р. Илек, г. Актюбинск	2,85	3,57	4 класс, загрязненная
р. Ишим, г. Петропавловск	0,94	0,91	2 класс, чистая
р. Ишим, с. Долматово	1,38	1,04	3 класс, ум. загрязн.
р. Ишим, г. Астана, 8 км ниже города	1,01	0,88	2 класс, чистая
р. Ак-Булак, г. Астана	0,99	1,02	3 класс, ум. загрязн.
р. Сары-Булак, г. Астана	0,85	0,62	2 класс, чистая
р. Жабай, г. Атбасар	1,03	0,76	2 класс, чистая
р. Жабай, г. Атбасар	1,27	0,87	2 класс, чистая
р. Нура, г. Темиртау	2,50	2,07	3 класс, ум. загрязн.
р. Кара-Кенгир, г. Жезказган	5,36	3,00	4 класс, загрязненная
оз. Балхаш, залив Тарангалык	1,85	2,35	3 класс, ум. загрязн.
оз. Балхаш, бухта Бертыс	3,71	3,86	4 класс, загрязненная
оз. Балхаш, залив М. Сары-Шаган	2,66	2,60	4 класс, загрязненная
р. Талас, г. Тараз	0,83	0,67	2 класс, чистая
р. Тобол, г. Костанай	0,63	0,65	2 класс, чистая
р. Малая Алматинка, г. Алматы	1,29	3,42	4 класс, загрязненная
р. Есентай, г. Алматы	1,06	4,12	5 класс, грязная
р. Бол.Алматинка, г. Алматы	1,53	4,35	5 класс, грязная
р. Бадам, г. Шымкент	2,33	1,93	3 класс, ум. загрязн.
Шардаринское вдхр.	2,20	2,10	3 класс, ум. загрязн.

3. Радиационный гамма-фон за 2003 год

Наблюдения за мощностью дозы гамма-излучения на местности осуществлялись ежедневно на 69 метеорологических станциях.

Среднегодовые значения мощности дозы гамма-излучения, усредненные по областям, а также максимальные и минимальные значения представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Мощность дозы гамма-излучения за 2003 год

Область	Мощность дозы, мкЗв/ч		
	среднее	максимальное	минимальное
Акмолинская	0,13	0,23	0,05
Актюбинская	0,13	0,27	0,06
Алматинская	0,14	0,24	0,09
Атырауская	0,14	0,20	0,10
Восточно-Казахстанская	0,15	0,24	0,03
Западно-Казахстанская	0,11	0,17	0,05
Жамбылская	0,16	0,22	0,11
Карагандинская	0,15	0,29	0,06

Область	Мощность дозы, мкЗв/ч		
	среднее	максимальное	минимальное
Костанайская	0,11	0,16	0,08
Мангистауская	0,10	0,14	0,08
Павлодарская	0,14	0,24	0,07
Северо-Казахстанская	0,11	0,16	0,06
Южно-Казахстанская	0,14	0,20	0,08

В табл. видно, что средние за 2003 г. значения мощности дозы гамма-излучения по областям находятся в пределах 0,10...0,16 мкЗв/ч. В среднем радиационный гамма-фон за 2003 г. составил 0,13 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах [7].

4. Химический состав атмосферных осадков и снежного покрова за 9 месяцев 2003 г.

Данные мониторинга химического состава приведены за 9 месяцев 2003 г. по 40 метеостанциям (табл. 4.1.), снежного покрова по 20 метеостанциям (табл. 4.2).

По программе Всемирной метеорологической организации в пробах осадков и снега определялись катионы – аммоний, натрий, калий, кальций, магний; анионы – сульфаты, хлориды, нитраты; гидрокарбонаты, величины рН.

Величина общей минерализации в атмосферных осадках находилась в пределах от 6,73 (Мынжилки) до 207,77 мг/дм³ (Атырау). В осадках преобладали сульфаты (30...35 %), гидрокарбонаты (20...25 %), хлориды (10...15 %), ионы натрия (5...10 %) и ионы кальция (10...15 %). Кислотность осадков, выпадающих в Казахстане, имеет характер щелочной среды и составляет 5,71 (Боровое) – 7,18 (Атырау).

Самый высокий уровень загрязнения снежного покрова отмечен на МС Экибастуз (Павлодарская область), где обнаружены в больших количествах все определяемые ионы кроме нитратов.

Суммарное содержание ионов в пределах 30...100 мг/дм³ наблюдается на МС Новороссийское, Тобол, Шемонаиха и Экибастуз. Во всех пробах преобладают сульфаты, хлориды, гидрокарбонаты и ионы кальция.

Водородный показатель снежного покрова находится в пределах от 5,89 (Каменка) до 6,78 (Новороссийское).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.6.695-98. РК 3.02.036.99. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России, 1998. – С. 2-69.
2. ГН 2.1.6.696-98. РК 3.02.037.99. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России, 1998. – С. 70-201.
3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. М.: 1991. С.383-425.
4. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Роскомрыболовство, 1993 г.
5. РК 3.01.067.97. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.559-96. Госкомсанэпиднадзор России. М.: 1996. – 111 с.
6. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госком по гидрометеорологии. М.: 1988. 10 с.
7. СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Алматы, Агентство по делам здравоохранения РК. 2000. 80 с.

Казахский научно-исследовательский институт
экологии и климата

Центр экологического мониторинга окружающей среды

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫНЫҢ 2003
ЖЫЛДЫҢ 4-ТОҚСАНЫНДАҒЫ ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫ**

Геогр. ғылымд. канд.

М.Ж. Бурлибаев

Геол.-мин. ғылымд. канд.

Е.Ж. Муртазин

Н.У. Бултеков

Қоршаған ортаның ластануы туралы ақпарат «Қазгидромет» РМК ұлттық гидрометеорологиялық қызметтің бақылау орындарында қоршаған ортаның экологиялық мониторингін жүргізу жөніндегі арнаулы бөлімшелерінің негізінде дайындалды.

УДК 625.08

ПРЕДЕЛЫ ПРОХОДИМОСТИ КОЛЕСНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Канд. техн. наук М. Сарыпбеков

Движители различных конструкций имеют свои пределы проходимости. Максимальная высота преодолеваемого препятствия полноприводной машины 4×4 не превышает половины радиуса колеса $h < \frac{r}{2}$. Для движителя 8×8 высота $h \leq r$. Для обычных грузовых машин $h \leq 0,75 \cdot r$. Таким образом, можно считать, что для колёсных движителей пределом проходимости является

$$h/r = 1$$

Колесо теряет проходимость также и при буксовании, когда

$$f \cdot N \leq P_K,$$

где P_K – окружная крутящая сила.

Для колесно-шагающего устройства эти же показатели пределов проходимости выше. За счёт того, что оно перешагивает препятствия, значение h/r для него может быть больше или равно 1, что повышает предел проходимости. Отсутствие обода заведомо исключается процесс буксования на месте.

Предел проходимости колёсных движителей на склонах наступает при α_{np} и β_{np} – предельных углов поперечной и продольной устойчивости:

$$\operatorname{tg} \alpha_{np} = \frac{a}{b}, \quad \operatorname{tg} \beta_{np} = \frac{B}{2b},$$

где a, b – координаты центра тяжести машины, B – расстояние между осями колёс. Известно, что проходимость ведущего колеса выше проходимости ведомого колеса. Для повышения проходимости машины все колёса делают ведущими. На ведущее колесо (рис.) действует крутящий момент, равный

$$M_K = P_K \cdot r.$$

На ведомое колесо действует:

$$M'_K = P_K \cdot H,$$

где $P_K = P_O$; $H < (r - h)$, P_O – окружная крутящая сила колеса.

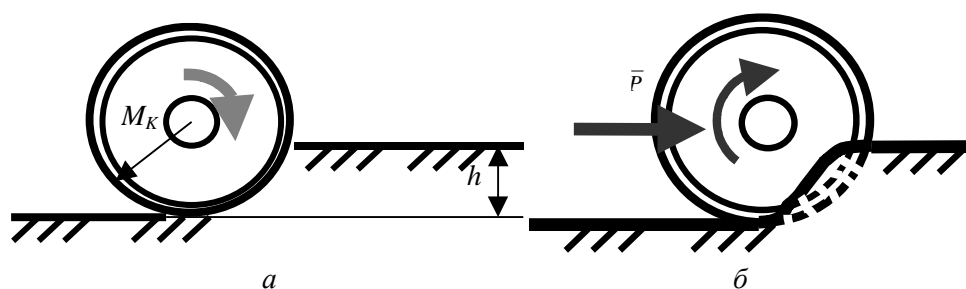


Рис. Ведущее колесо (а), ведомое колесо (б).

Ведомое колесо сильно деформирует грунт, поэтому путь ведущего колеса меньше пути ведомого колеса на величину смятия грунта.

Следовательно, коэффициенты рельефности соответственно равны

$$k_P^{вщ} = \frac{s_D}{s_T}; k_P^{вм} = \frac{s'_D}{s'_T},$$

причём $k_P^{вщ}$ меньше $k_P^{вм}$ (рис.).

То есть коэффициент проходимости ведущего колеса больше коэффициента проходимости ведомого колеса, или

$$k_{II}^{вщ} = \frac{1}{k_P^{вщ}}; k_{II}^{вм} = \frac{1}{k_P^{вм}},$$

или $k_{II}^{вщ}$ больше $k_{II}^{вм}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратов А., Сарыпбеков М., Кайнарбеков А., и др. Шагающие движители: Учебное пособие. – Алматы: Бастау, 2000. – 181 с.
2. Муратов А., и др. Перспективы развития шагающих транспортных средств: [Аналит. обзор] - Алма-Ата: КазНИИНТИ. - 1991. - 31 с.
3. Охоцимский Д. Е., и др. Шагающие машины - Москва: 1989. – 36 с.

Казахская академия транспорта и коммуникаций

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ И МЕТОДАХ

В конце 2003 года в Алматинском издательстве «Каганат» вышла монография коллектива авторов: Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Шведовский П.В. «Проблемы оптимизации природопользования и природообустройства в математических моделях».

Событие знаменательное и приятно ожидаемое в среде специалистов-геоэкологов, проповедующих конструктивную географию.

Знаменательность этого события объясняется тем, что давно не выходила из печати книга, где глубоко освещались бы теоретические проблемы оптимизации природопользования и природообустройства с конкретными методами их решения. Событийность выхода этой монографии усиливается также тем, что позволяет решать научные и производственные задачи специалистами, которые не имеют специальной математической подготовки.

Монография представлена в концептуально выдержанной форме большим блоком систематизированных данных. В виде обобщающего материала включены некоторые статьи, опубликованные ранее этими же авторами, включающие теоретические аспекты устойчивого развития природной среды и оптимизации решения экологических проблем.

Традиционно описательная географическая наука в век массовой математизации не стояла на месте и причины природно-антропогенных процессов, происходящих на нашей планете – Земле, она излагала в русле конструктивности, т.е. широко применяла математические методы моделирования в изучении природно-антропогенных (техноприродных в изложении авторов) процессов.

Положительным фактом является насыщенность монографии множеством вспомогательных таблиц, графиков математической статистики и теории вероятности, которые необходимы при любых инженерных расчетах прогнозного ряда. Эти таблицы давно стали не доступными для студентов и инженеров-гидрологов, инженеров-метеорологов и инженеров-экологов. В книге они приведены в доступной форме и для специалистов геоэкологов будут очень полезны. Перечень литературы, использованной при написании монографии, состоит из 120 названий.

Книга начинается с изложения концептуальных основ оптимизации решения проблем эколого-адаптационного природопользования. В этой главе корректно обсуждается разработанная авторами «Концептуально-иерархическая модель природных и техноприродных (авторский вариант антропогенно-техногенных) систем (объектов)».

Со второй по четырнадцатую главы глубоко и профессионально дается в авторской трактовке математические методы анализа рядов наблюдений за компонентами природной среды, статистические методы предсказания природных процессов, методы оптимального программирования и математического описания закономерности преобразования и экологической безопасности реципиентов.

Пятнадцатая глава посвящена общим вопросам теории и практики математического моделирования. Методически, шаг за шагом авторы раскрывают процесс построения различных методов математического моделирования и принципы имитационного моделирования, что вызывает уважение. В то же время, необходимо отметить, что в своих построениях они не являются оригинальными. По проблеме имитационного моделирования имеются серьезные научные разработки многочисленных авторов: Шеннон Роберт Ю., Горстко А.Б., Мальковский И.М., Достай Ж.Д. и др. К сожалению, авторы хорошо зная эти работы, не нашли возможным сделать ссылку хотя бы на некоторые из них. Также имеются в монографии некоторые спорные вопросы терминологического характера и слишком удлиненные обороты в изложении материала.

Моделированию локальных природных процессов отведена шестнадцатая глава, где скрупулезно освещены процессы, происходящие в компонентах природной среды (в почве, в атмосфере, гидросфере и др.). А затем авторы логично переходят от локальных к глобальным биосферным процессам. Монография заканчивается разработкой моделей освоения территории и оптимального природопользования.

В век экологических катастроф знания математических методов и опыт разработки математических моделей биосферы, геосистем, в решении оптимизационных задач является весьма важным инструментом научного анализа. Только, что прочитанная мною книга дает ключ к этим знаниям и ценна именно этим.

Заключая изложенное, хочется отметить, что монография Бурлибаева М.Ж., Волчек А.А., Шведовского П.В. является ценным востребованным

научным трудом. Это я хочу в краткой рецензии донести до читателей и поделиться своей неподдельной радостью за достойный труд коллег.

Надеюсь, что настоящая монография будет настольной книгой специалистов в области конструктивной географии, геоэкологии, метеорологии и инженерной экологии и не будет залеживаться на полках.

Заведующий кафедрой геоэкологии
и мониторинга природной среды
КазНУ им. аль-Фараби, д.г.н., профессор

Ж.Д. Достай

Научно-педагогическая конференция, посвященная 100-летию юбилею Заслуженного деятеля Науки и Техники РСФСР, профессора, доктора технических наук Романа Романовича Чугаева

В марте 2004 года в Санкт-Петербургском Политехническом университете (СПбГПУ) состоялась научно-педагогическая конференция, посвященная 100-летию юбилею Заслуженного деятеля Науки и Техники РСФСР, профессора, доктора технических наук, Романа Романовича Чугаева.

Р.Р. Чугаев родился 8 марта 1904 года, в г. Харькове в семье земского инженера. В 1929 году окончил водный факультет Ленинградского института путей сообщения. Еще, будучи студентом, он принимал участие в гидротехнических изысканиях в Крыму, в Таджикистане, Карелии, Белоруссии и на Дальнем Востоке. После окончания института Р.Р. Чугаев работал в НИИ Гидротехники и в Ленинградском политехническом институте (ЛПИ, ныне СПбГПУ), где под руководством академика Н.Н. Павловского прошел путь от ассистента до профессора, проректора по научной работе ЛПИ.

Многочисленным ученикам и студентам особенно запомнилась деятельность Р.Р. Чугаева на посту декана Гидротехнического факультета в 1947...1955 годы, в послевоенные годы становление факультета как одного из лучших центров подготовки инженеров-гидротехников. С 1960 г. до последних дней жизни профессор Р.Р. Чугаев заведовал кафедрой Гидравлики ЛПИ и поднял эту сугубо эмпирическую область Науки до уровня академической дисциплины, Технической механики жидкости и газов.

Перу Р.Р. Чугаева принадлежит более 200 печатных работ, среди них 13 книг и широко известных учебников. Центральное место в этом ряду занимает учебник «Гидравлика», который в течение 20 лет выдержал четыре издания. Ученики профессора Р.Р. Чугаева работают во многих странах ближнего и дальнего зарубежья. Многие из них участвовали в Юбилейной конференции и выступили с интересными докладами. Профессор А.А. Турсунов, представлявший Центральную Азию, выступил с докладом о климатических изменениях в Северном полушарии, где продемонстрировал возможность использования гидравлических представлений при разработке моделей циркуляционных процессов в атмосфере.

В рамках Юбилейной конференции состоялось торжественное заседание Ученого Совета СПбГПУ, на котором профессору А.А. Турсунову, как первому аспиранту и докторанту юбиляра, был вручен диплом «Почетного доктора СПбГПУ».

Участники Юбилейной конференции, присутствовавшие на этом заседании, приветствовали «Почетного доктора», пожелали ему творче-

ских успехов в области конструктивной географии, где широко могут быть использованы технические знания.

В ответном слове «Почетного доктора» отмечалось, что данное событие происходит в год, обозначенный как «Год России в Казахстане» и что данная награда свидетельствует о глубоких корнях, связывающих инженерные кадры двух стран. Еще в дореволюционные годы Ленинградский (бывший Императорский) институт путей сообщения окончил М. Тыныштыбаев, один из проектировщиков и строителей Турксиба. Инженерно-строительный факультет ЛПИ окончил Ж.Е. Байчисцев, легендарный водник Казахстана, организатор комплексных научных исследований по спасению оз. Балхаш и многих других проектов комплексного использования водных ресурсов Казахстана. В музей СПбГПУ были переданы соответствующие документы.

Доктор техн. наук, профессор А.А. Турсунов

К 70-ЛЕТИЮ Е.У. ЖАМАЛБЕКОВА



В мае 2004 года исполняется 70 лет со дня рождения, 50 лет научно-педагогической и общественной деятельности видного почвовед, эколога, доктора сельско-хозяйственных наук, профессора, академика Казахской народной академии «Экология» Есбола Усембековича Жамалбекова.

Е.У. Жамалбеков родился 17 мая 1934 года, в ауле Кершетас Тюлькубасского района Южно-Казахстанской области в казахской семье «шаруа». В 1951 году он окончил среднюю школу-интернат в селе Балыкшы с серебряной медалью. В том же году талантливый юноша поступает в Казахский государственный университет им. С.М. Кирова на специальность «почвоведение» биолого-почвенного факультета. За отличную учебу и активную общественную работу на факультете и в университете в 1954 году его в числе лучших студентов сельскохозяйственных вузов Казахстана направляют на прохождение производственной практики на Всесоюзную сельскохозяйственную выставку (ВСХВ) в г. Москву. Эта практика стала для Е. Жамалбекова настоящей жизненной и производственной школой в его становлении как специалиста почвовед.

Е. Жамалбеков в 1956 году с отличием окончил биолого-почвенный факультет КазГУ им. С.М. Кирова по специальности «почвоведение». ГЭК рекомендовала его в аспирантуру, но он едет работать на целину в г. Петропавловск. Здесь он работает инженером-почвоведом, где участвует в обследовании почв на территории Кокшетауской, Костанайской и Северо-Казахстанской областях. По результатам этих исследований им составлены почвенные карты 12 крупных зерновых совхозов. За успешную работу в 1957 г. он награжден Почетной грамотой обкома комсомола Северо-Казахстанской области, и медалью ВСХВ.

В 1958 г. Есбол Жамалбеков поступает в аспирантуру Института почвоведения Академии Наук Казахской ССР. В 1965 году защищает кан-

дидатскую диссертацию. Тема его диссертации «Почвенно-мелиоративные условия совхоза Махтарал Южно-Казахстанской области и пути их улучшения». Его научным руководителем был выдающийся ученый - почвовед академик АН КазССР, профессор В.М. Боровский.

В 1966 году его избирают старшим научным сотрудником и назначают начальником Мангышлакской экспедиции. Экспедиция занималась изучением почвенно-мелиоративных условий полуострова Мангышлак и путях их освоения с целью озеленения территорий и обеспечения населения овощами и другими сельскохозяйственными продуктами.

В 1973 году на базе Мангышлакской экспедиции Института почвоведения организовывается лаборатория «Рекультивация почв», а Е. Жамалбекова избирают заведующим этой лабораторией. Сотрудниками лаборатории под руководством Есбола Усимбековича, были разработаны методы рекультивации скудных почв полуострова Мангышлак. С помощью этих методов были озеленены территории населенных пунктов полуострова, в том числе г. Актау.

Особенно весомы результаты научных исследований Е.У. Жамалбекова в восстановлении плодородия и использования при добыче полезных ископаемых нарушенных земель, площади которых на территории Республики Казахстан насчитываются миллионами гектаров. Организация лаборатории «Рекультивации почв» и начатые научные исследования под руководством Е.У. Жамалбекова дали практически новое направление в области мелиорации почв.

В 1991 году Е.У. Жамалбеков был приглашен на педагогическую работу на географический факультет КазНУ им. аль-Фараби.

В 1992 г. Е.У. Жамалбеков защищает докторскую диссертацию на тему «Эколого-мелиоративная оценка земельных ресурсов полуострова Мангышлак, их рациональное использование и охрана».

В 1995 году Е.У. Жамалбекову ВАК Республики Казахстан присваивает ученое звание профессора по специальности 25.00.36 (11.00.11)-геоэкология (охрана природы и рациональное природопользование) и его избирают академиком Народной Академии «Экология».

В 1996 году он избран профессором кафедры экономической и социальной географии географического факультета КазНУ им. аль-Фараби. Здесь он активно включился в подготовку кадров для страны. Он вносит большой вклад в подготовку бакалавров и магистрантов. Читает лекции, ведет семинарские занятия на высоком научно-методическом уровне.

Значительны его заслуги в подготовке научных кадров. Под его руководством защищены 2 кандидатские диссертации. Он является членом объединенного диссертационного совета по защите докторских диссертаций по специальностям 25.00.24 и 25.00.36 при КазНУ им. аль-Фараби и Институте географии.

Е.У. Жамалбеков опубликовал свыше 280 научных работ, в том числе 10 монографии, 6 учебных пособий.

В настоящее время профессор Е.У. Жамалбеков читает лекции по эколого-географическим проблемам почвоведения в КазНУ имени аль-Фараби. Он полон творческих сил и энергии, у него много планов и новых идей. Желаем ему крепкого здоровья, воплощения идей, творческого успеха и научного долголетия.

Коллектив географического факультета КазНУ им. аль-Фараби
Коллектив КазНИИ экологии и климата