

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау
Министрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 2

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2013

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

А.Т. Мендигарин, ген. директор РГП «Казгидромет»

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Ответственный секретарь

О.С. Галаева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Перевод на казахский язык:

А.М. Бажиева

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 2 (69)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

<i>Адрес редакции:</i>	<i>050022, Алматы, пр. Абая, д. 32, к. 405</i>
<i>Телефон:</i>	<i>(7272) 55-84-06</i>
<i>E-mail:</i>	<i>caspian_almaty@mail.ru http://www.kazhydromet.kz</i>

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии ИП «Престиж Центр».

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

А.В. Чередниченко, Алексей В. Чередниченко, В.С. Чередниченко, Э.П. Кожаметова, А.Ю. Смирнова Распределение по территории Казахстана циклов в рядах температуры .	7
Л.А. Ерисковская Атмосферные осадки и их влияние на баланс массы ледника Туйыксу	18
Н.Э. Бекмухамедов, Н.Р. Муратова, С.М. Северская, Р. Жумабекова, Р. Курбанова Тематическое дешифрирование экологического состояния и про- дуктивность естественных пастбищ на основе космоснимков TERRA/MODIS	27
Н.У. Бултеков Режим пыльных бурь на территории Атырауской области	34
Б.С. Степанов К природе грязекаменных селей	40
А.А. Воронцов, С.Р. Степаненко Основы метода определения амплитудно-частотных характери- стик короткопериодных и долгопериодных колебаний температу- ры воды в Каспийском море	61
М.Ж. Бурлибаев, Н.А. Амиргалиев, И.В. Шенбергер, А.С. Перевалов, Д.М. Бурлибаева Современные гидроэкологические и токсикологические проблемы трансграничного стока рек бассейна Жайка (Урала) и характер трансформации их параметров	76
А.В. Галаева О возможности применения модели HBV для моделирования сто- ка рек Или и Иртыш	108
А.Г. Чигринец, Л.Ю. Чигринец, М.В. Долбешкин Водные ресурсы основных правобережных притоков Иртыша и тенденции их изменения	115

Э.А. Турсунов, С.М. Романова, Д.Ж. Куншыгар	
Донные отложения как фактор формирования качества воды оз. Балхаш и нижнего течения р. Или	124
С.Д. Магай	
Эффективность и технологии орошения сельскохозяйственных культур минерализованными водами на юге Казахстана	132
Ж. Жубатов, Ш.С. Бисариева, Е.Ю. Степанова	
Экологическая устойчивость районов падения боковых блоков ракеты-носителя «Союз» (зона Ю-25)	140
Д.В. Вакарь	
Устройство защиты метеорологического оборудования. Достоинства и недостатки	150
Қ.Т. Сапаров	
Ландшафт өзгерістерін анықтаудағы өсімдік атауларының рөлі (Шығыс Қазақстан облысы негізінде)	158
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
И.Г. Гуршев	
К вопросу переноса частиц песка воздушным потоком	168
Э.А. Турсунов, А.М. Бажиева	
Малые озера Щучинско-Боровской курортной зоны. Экологические проблемы и решения	172
Т.Я. Лопарева, А.С. Мукашева	
Оценка уровня бионакопления токсикантов в гидробионтах озера Балхаш. Сообщение 2. Накопление тяжелых металлов в промысловых видах рыб озера Балхаш	177
ХРОНИКА	
Б.С. Степанов (к 75-летию со дня рождения)	181
Л.П. Тулина (1934...2013 гг.)	186

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

A.V. Cherednichenko, Aleksey V. Cherednichenko, V.S. Cherednichenko, E.P. Kozhakhmetova, A.YU. Smirnova	
Distribution of cycles in the temperature series on the territory of Kazakhstan	7
L.A. Eriskovskaya	
Atmospheric precipitation and their influence to balance of a glacier Tuiyksu weight	18
N.E. Bekmukhamedov, N.R. Muratova, S.M. Severskay, R. Jumabekova, R. Kurbanova	
Thematic interpretation of natural pastures ecological condition and productivity based on TERRA/MODIS satellite images	27
N.U. Bultekov	
Dust storms' regime at the Atyrau region	34
B.S. Stepanov	
About nature of debris flows	40
A.A. Vorontsov, S.R. Stepanenko	
Method bases of a determination of the amplitude-frequency characteristics short-period and long-period fluctuations of the Caspian Sea water temperature.	61
M.ZH. Burlibayev, N.A. Amirgaliyev, I.V. Shenberger, A.S. Perevalov, D.M. Burlibayeva	
Modern hydroecological and toxicological problems of transboundary flow of the ZHayik(Ural) River Basin and character of a transformation of their parameters	76
A.V. Galayeva	
Possibility of the Ili and Irtysh rivers runoff simulation by the HBV model	108
A.G. CHigrenets, L.YU. CHigrenets, M.V. Dolbyoshkin	
Water resources of the basic right-bank inflows of the Irtysh River and tendency of their change	115

E.A. Tursunov, S.M. Romanova, D.Zh. Kunshygar	
Bottom sediments as a factor of the Balkhash Lake and Ili River downstream water quality.	124
S.D. Magay	
Efficiency and agricultural crops irrigation technologies by mineralized waters in the south of Kazakhstan	132
ZH. ZHubatov, SH.S. Bisariyeva, E.YU. Stepanova	
Ecological stability of a territories of the carrier-rockets «SOYUZ» lateral blocks (zone YU-25) falling.	140
D.V. Vakar'	
Device for protection of the meteorological equipment. Advantages and lacks	150
K.T. Saparov	
Role of phytotoponyms in a landscape change definition (on the example of the East Kazakhstan Region).	158
BRIEF REPORTS	
I.G. Gurshev	
To the question of sand particles transfer by air stream	168
E.A. Tursunov, A.M. Bazhieyva	
Small lakes of the Shchuchinsko-Borovsky Resort Zone. Environmental problems and decisions.	172
T.YA. Lopareva, A.S. Mukasheva	
Estimation of the toxicant bioaccumulation level into hydrobionts of Balkhash Lake. Message 2. Accumulation of heavy metals into forage organisms of the Balkhash Lake	177
CHRONICLE	
B.S. Stepanov (to 75-anniversary)	181
L.P. Tulina (1934...2013 gg.)	186

УДК 502/504.501.303.01.303.7

Доктор геогр. наук
Канд. геогр. наук
Доктор геогр. наук
Канд. геогр. наук

А.В. Чередниченко *
Алексей В. Чередниченко *
В.С. Чередниченко *
Э.П. Кожахметова **
А.Ю. Смирнова *

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА ЦИКЛОВ В РЯДАХ ТЕМПЕРАТУРЫ

ЦИКЛЫ В РЯДАХ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ, ВРЕМЕННОЙ СПЕКТР ДОЛГОПЕРИОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, ДИСПЕРСИЯ, МЕТОДЫ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Выполнен спектральный анализ рядов температуры по пятидесяти метеорологическим станциям. Выделены и проанализированы основные циклы. Показано, что устойчивость циклов существенно изменяется по территории. Это может затруднить их использование при построении сценариев изменения климата.

Исследованию цикличности, т.е. периодических колебаний, во временных рядах температуры и осадков, стока рек, а также целого ряда других метеорологических и природных факторов научное сообщество уделяет большое внимание с давних пор [1-19]. Интерес к проблеме объясняется просто. Не вызывает сомнения наличие суточного и годового хода температуры воздуха, давно известно об одиннадцатилетних колебаниях числа пятен на Солнце, позже были обнаружены и другие более длинные циклы как в жизни самого Солнца так и в жизни Солнечной системы в целом. Естественно ожидать, что солнечные циклы должны вызывать циклические колебания в компонентах окружающей среды. Ещё более общим является закон Ребиндера, хорошо известный в технике, согласно которому в системах, где есть расход или перераспределение энергии, имеют место и пульсации этой энергии. Планета Земля и космос являются системой, в которой постоянно происходит обмен энергией.

Знание законов, т.е. длины волны (или частоты) и амплитуды, по которым осуществляются колебание изучаемого параметра, позволяет

* НИИ проблем экологии КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

** Институт Географии МОН РК, г. Алматы

надеяться на успешный его прогноз на перспективу в предположении сохранения колебаний.

Атмосфера является всего лишь одной из компонент окружающей среды. На неё одновременно воздействует целый ряд факторов. Это и прямой нагрев под действием коротковолнового солнечного излучения, нагрев или охлаждение от подстилающей поверхности, общая циркуляция, сопровождающаяся переносом тепла или холода, длинноволновое излучение подстилающей поверхности и самой атмосферы, термодинамические процессы в атмосфере, облачность и многие другое. Естественно, что влияние всех воздействующих факторов, складываясь или вычитаясь, определяют состояние атмосферы в каждый момент времени.

Наличие нескольких факторов, воздействующих на атмосферу одновременно, приводит к тому, что во временных рядах температуры и осадков существует сразу несколько гармоник разной временной продолжительности, описывающих влияние основных воздействующих факторов. Это усложняет выделение гармоник и их анализ [2, 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15].

Модуль программы STATISTICA «Временные ряды» включает полную реализацию методов спектрального или Фурье анализа одного ряда и кросс-спектральный анализ двух рядов. Преимущества реализации спектрального анализа в STATISTICA особенно отчетливо проявляются при анализе очень длинных временных рядов (с более чем 250 тыс. наблюдений) и не предполагают каких-либо ограничений на длину ряда (в частности, длина исходного ряда не обязана быть четной). Вместе с тем, иногда бывает разумно предварительно увеличить или уменьшить длину ряда. Стандартные методы предварительной обработки ряда включают косинус-сглаживание, вычитание среднего и удаление тренда. Результаты обычного спектрального анализа содержат коэффициенты частоты, периода, коэффициенты при синусах и косинусах, периодограмму и оценку спектральной плотности. Оценка плотности может быть вычислена с помощью весов Даниеля, Хэмминга, Бартлетта, Тьюки, Парзена или с весами и шириной, заданными пользователем. Очень полезно, особенно при работе с длинными рядами, иметь возможность выводить в убывающем порядке заранее заданное число точек периодограммы или спектральной плотности; таким образом можно легко обнаружить резкие пики периодограммы и спектральной плотности для длинных рядов. Имеется возможность вычислить d-критерий Колмогорова-Смирнова для значений периодограммы, чтобы проверить, подчиняются ли они экспоненциальному рас-

пределению (является ряд белым шумом или нет). Для представления результатов анализа имеются различные типы графиков; можно отобразить коэффициенты при синусах и косинусах, периодограмму, лог-периодограмму, спектральную и лог-спектральную плотность по отношению к частотам, периодам и лог-периодам. Спектральный анализ показывает, какого рода колебания преобладают в данной функции.

Еще в конце 19 в. Э.А. Брикнером [19] и А.И. Воейковым [1] была выдвинута гипотеза о циклических изменениях климата – чередовании прохладно-влажных и тепло-сухих периодов в интервале 35...45 лет. Позже А.В. Шнитников [16-18] развил эти научные положения в виде стройной теории о внутривековой и многовековой изменчивости климата и общей увлажненности материков Северного полушария. По А.В. Шнитникову длительность отдельных внутривековых «брикнеровских» климатических циклов колеблется от 20...30 до 45...47 лет, на фоне которых развиваются циклы продолжительностью в 7...11 лет. В каждом втором «брикнеровском» цикле максимальные и минимальные значения температуры и влажности существенно превышают внутривековые показатели и классифицируются как циклы векового масштаба проявления. Вековые циклы развиваются в интервале 60...80 лет, приближаясь в северных районах к 90 годам [16-18]. А.В. Шнитниковым показано, что с момента окончания ледникового периода климат и общая увлажненность материков Северного полушария изменялись циклически, в интервале 1500...2100 лет. Всего за голоцен развивалось 6 макроклиматических циклов, в каждом из которых прохладно-влажная эпоха занимала 300...500 лет, сменяясь тепло-сухой в 600...800 лет, а затем переходной с продолжительностью 700...800 лет. По А.В. Шнитникову середина 19 века расценивается как принципиальный рубеж – окончание очередной прохладно-влажной климатической эпохи и начало тепло-сухой эпохи, которая развивается по настоящее время. Существование циклических многовековых изменений климата подтверждаются также в работах [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15].

Однако существование циклов в рядах температуры и осадков, в общей циркуляции признаётся не всеми или признаётся с большими оговорками. Так, С.П. Хромов относился к выявлению и реальности существования циклов в рядах температуры и осадков с большим скептицизмом [14]. Рассуждая о некоторых спорных вопросах, относящихся к цикличности солнечной активности и ее предполагаемым связям с климатом, он отмеча-

ет, что как раз циклы, длины которых сопоставимы с длинами наиболее достоверных солнечных циклов, отнюдь не преобладают среди находимых климатических циклов или не обнаруживаются вовсе. Е.С. Рубинштейн и Л.Г. Полозова установили по пятилетним скользящим средним температурам для 80 станций Северного полушария, что 11-летние колебания наблюдаются только на 20 % всех исследованных станций и немногим больше, чем в 2 % всех взятых вместе месяцев [12]. По А.С. Монину размытый максимум в спектре повторяемости циклов в длинных рядах средней месячной температуры в Москве и Санкт-Петербурге лежит между 2 и 5 годами; циклов в 11 и 23 года не обнаруживается [7, 8]. Монин указывает также на зарубежные исследования колебаний температуры и осадков по США и Европе, где циклы в 5...6, 11...12 лет и 22...23 года также не проявляются. Позднее А.С. Монин и И.Л. Вулис рассчитали 21 временной спектр долгопериодных колебаний метеорологических элементов, а также колец деревьев, озерных отложений и т.п., и обнаружили отсутствие 11-летней и 23-летней составляющих во всех спектрах [8]. Применяя автокорреляционный анализ, О.А. Дроздов и А.С. Григорьева обнаружили в осадках на территории СССР множество циклов длиной от двух до ста лет, причем спектры этих циклов неодинаковы по районам и по отдельным станциям [4]. Правда, для каждой станции набор циклов ограничен двумя - пятью для каждого сезона. Авторы замечают (стр. 67), что «такие солнечные циклы, как 5...6 и 11 лет, не выделяются над общим уровнем шума, исключение составляет цикл около 23 лет».

Отметим, что учет естественных циклических колебаний при прогнозных оценках изменений природных процессов на ближайшую перспективу (в полной мере это относится и климату, и к водным ресурсам) был и будет очень важной проблемой. Климатические сценарии, основанные на всех типах моделей общей циркуляции атмосферы, не учитывают циклические колебания климата, однако при прогнозах на ближайшую перспективу именно это обстоятельство может быть главной причиной неудачи такого прогноза [15].

Наличие обнаруженных циклов и их достоверность необходимо проверять с помощью других альтернативных статистических методик, основанных на анализе внутренней структуры временных рядов, а также оценивать значимость выявленных циклов.

Одним из методов такой проверки может служить пространственное распределение циклов. К тому же пространственный анализ циклов

позволяет сравнить их распределение с другими уже изученными характеристиками общей циркуляции, подтвердить или поставить под сомнение обнаруженные циклы.

Для проблемы изменения климата наибольший интерес представляют циклы, превышающие десятилетие. В то же время циклы в несколько лет легче проанализировать во взаимосвязи с характеристиками общей циркуляции атмосферы. Мы выполнили пространственный анализ всех циклов, обнаруженных при анализе, начиная с продолжительности в 2...3 года. В эту категорию объединены все наблюдавшиеся циклы в диапазоне от 2 до 3,3 года. Количественной характеристикой цикла была величина содержащейся в нем дисперсии или её аналога, в данном случае Peridogram values (PV), как наиболее удобная при анализе. Выделение самих циклов, особенно длинных, однако, оказалось более успешным с помощью весов Хэмминга, что мы часто и делали.

Как сказано выше, для того, чтобы точно установить границы длинных циклов, необходимо их выделять, варьируя длиной ряда. В данной работе мы этого сделать не можем по техническим причинам. Поэтому под длинами рядов 72, 36 и 24 года следует подразумевать все ряды с близкой длиной. Такой подход позволил нам упростить общий анализ рядов. Чем короче ряд, тем точнее определены его границы. На наших рисунках «крестиком» помечены области, где соответствующая гармоника выделяется в виде максимума (экстремума) PV. Знаком «минус» помечены области, где гармоника значима, но максимума не имеет.

На рис. 1 представлены величины PV для циклов 2...3 года.

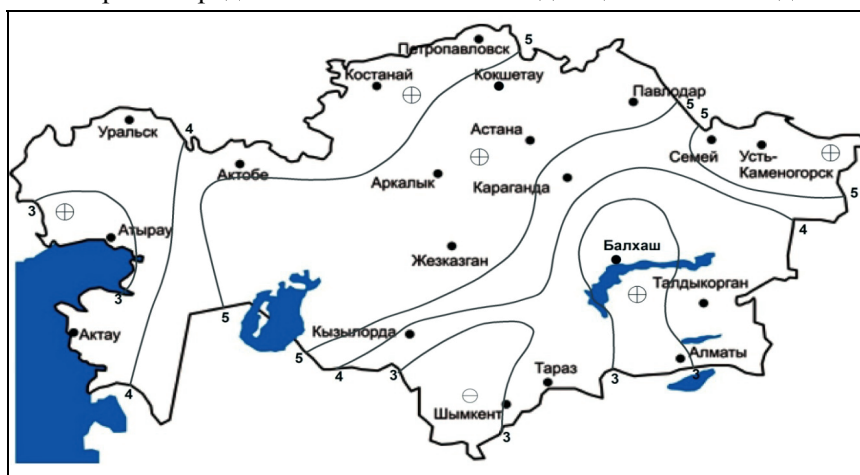


Рис. 1. Доли дисперсии (PV) для 2...3 летних циклов во временных рядах годовой температуры.

С северо-востока на юго-запад через центральные районы Казахстана вытянута обширная область больших PV (> 5). Еще одна такая же область PV расположена в районе Усть-Каменогорска – Семипалатинска. К северо-западу и северу территории величины PV понижаются до 2,9 и 4,2 соответственно. Юго-восток Республики занят пониженными величинами PV (< 3), но без выраженного центра, так в Таразе и Талдыкоргане $PV < 3.3$.

Циклы продолжительностью 2...3 года выражены на всей территории Казахстана. Циклы продолжительностью 4 года имеют значительно меньшие величины PV , чем 2...3 летние (Рис. 2).

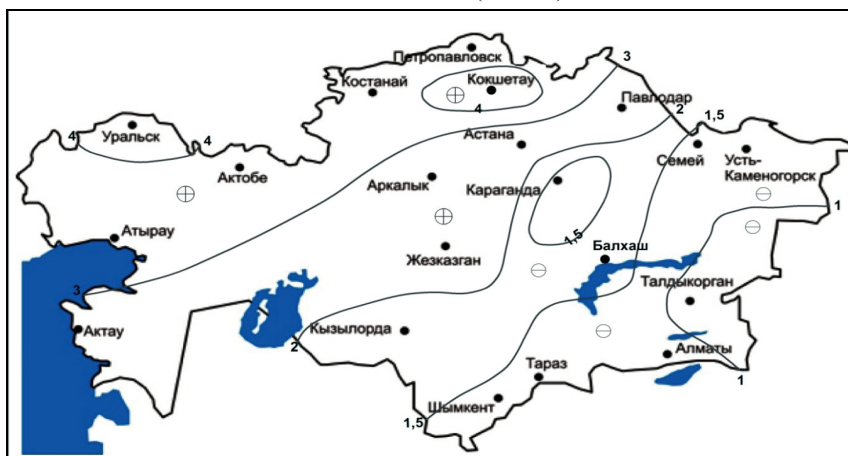


Рис. 2 Доли дисперсии (PV) для 4 летних циклов во временных рядах годовой температуры.

Самые большие величины PV на северо-западе и севере Казахстана, где они составляют 4,3 и 6,6 PV в максимуме.

К юго-востоку величины PV плавно понижаются до 2...2,6 PV в районе Кызылорды – Павлодара, до 1,8 PV в полосе Туркестан – Балхаш и около 1,2...0,6 PV на юго-востоке территории и на Алтае.

Циклы продолжительностью 4 года хорошо выражены по сравнению со смежными северо-западнее линии Кызылорда – Джезказган – Караганда – Павлодар. Юго-западнее от этой линии, включая Алтай, циклы не выражены, т.е. величина PV для них не образует максимума по сравнению со смежными регионами.

Восьмилетние циклы не обнаруживаются. Однако повсеместно на всей территории Казахстана имеют место циклы продолжительностью 8,4 и 7,6 года. Суммарная PV этих двух циклов превышает 5. На рис. 3 представлено пространственное распределение величины PV для цикла 7,6 года.

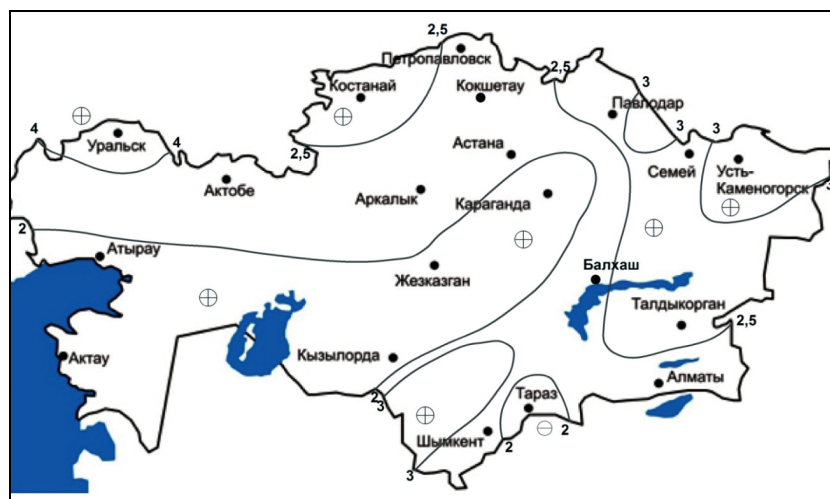


Рис. 3. Доли дисперсии (PV) для 8 летних циклов во временных рядах годовой температуры.

Циклы в 8 лет хорошо выражены на большей части Казахстана, кроме района Тараза.

Величины PV, меньшие 2, имеют место в полосе, захватывающей район Арала, Джезказгана и Караганду. Несколько выше PV в районе Астаны и Кокчетава, около 2,2...2,4.

Величины PV, превышающие 2,5 единиц, расположены на востоке Республики они захватывают не только район Алтая (PV > 4,5), но и большую часть Прибалхашья и Джунгарию.

Циклы в 16 лет очевидны только в Северном Казахстане, на Алтае и в районе Чимкента – Тараза (+). На остальной части территории они не выражены (-). У северных предгорий Заилийского Алатау, в Чимкенте и Таразе величины PV особенно низкие 1,2...1,4.

Циклы с периодом в 16 лет уже представляют определенный интерес для рассматриваемой проблемы (рис. 4). Большие величины PV для данного цикла наблюдаются над Северным Казахстаном. В Петропавловске они превышают 2,7, понижаясь к 50° с.ш. до 1,3...1,7 PV. Ещё три небольшие области повышенных величин PV находятся в районе Арала, от 6 до 2,7 PV и Туркестана – Тараза, 4,5 PV. На территории южнее 50° с.ш. величины PV меньше 1,5.

На рис. 5 представлены величины циклов продолжительностью 24 года. Циклы такой продолжительности имеют место на крайнем юго-востоке Республики (Чимкент – Алматы, 8,0...2,88) и на Алтае (Усть-Каменогорск 2,7 PV), а также в полосе Арал – Караганда – Семей, 3,2...22 PV.

Северо-западнее циклы такой продолжительности не выражены, т.е. они находятся в минимуме по сравнению с PV большей и меньшей продолжительности. На рис. 5 этот район помечен знаком (-) в отличие от районов, где циклы в 24 года выражены на фоне смежных. Они помечены знаком (+).

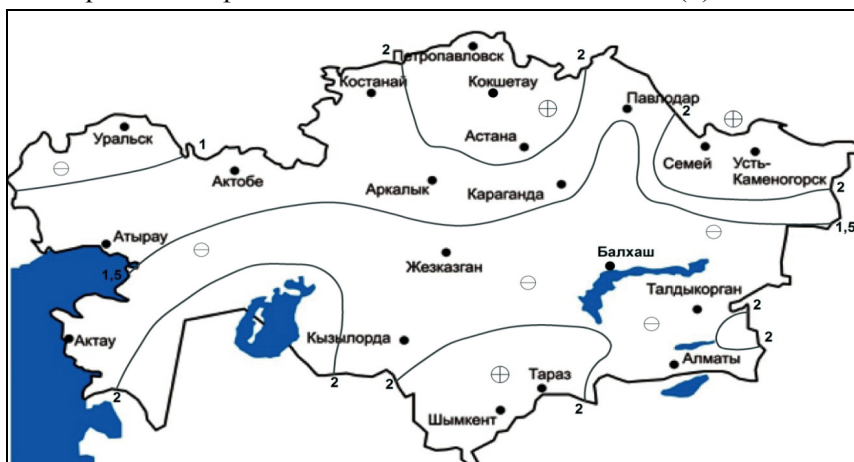


Рис. 4. Доли дисперсии (PV) для 16 летних циклов во временных рядах годовой температуры.

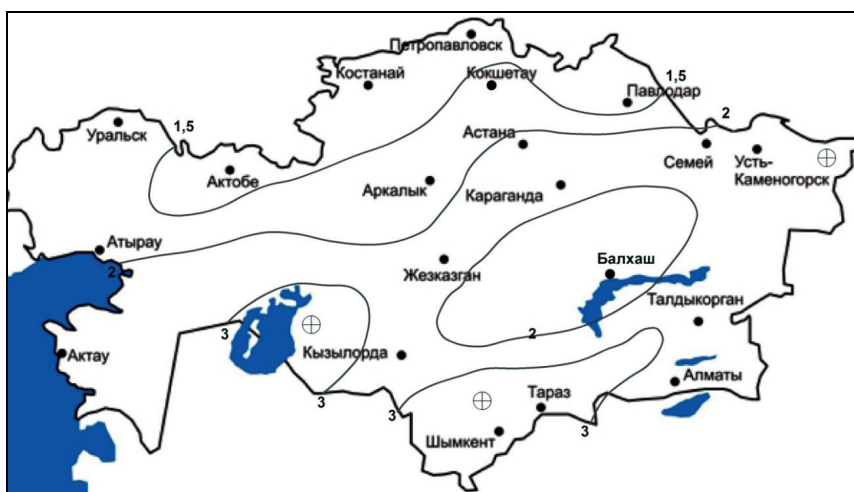


Рис. 5. Доли дисперсии (PV) для 24 летних циклов во временных рядах годовой температуры.

Хорошо выраженные циклы продолжительностью 36 лет имеют место в районе Чимкента – Кызылорды – 4,5...11,0 PV, Алматы – 4,3 PV и на Алтае, 4,1 PV (рис. 6).

На остальной территории, включающей центральные, северные, северо-западные и северо-восточные районы, циклы продолжительностью в 36 лет в рядах температуры не выражены.

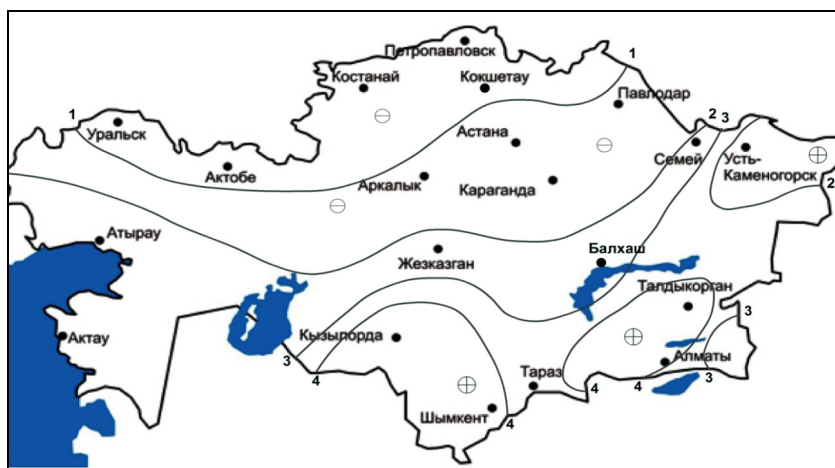


Рис. 6. Доли дисперсии (PV) для 36 летних циклов.

Циклы продолжительностью более 36 лет, т.е. вековые, в виде положительного тренда PV выражены юго-восточнее линии Кызылорда – Дзезказган – Семипалатинск (рис. 7).

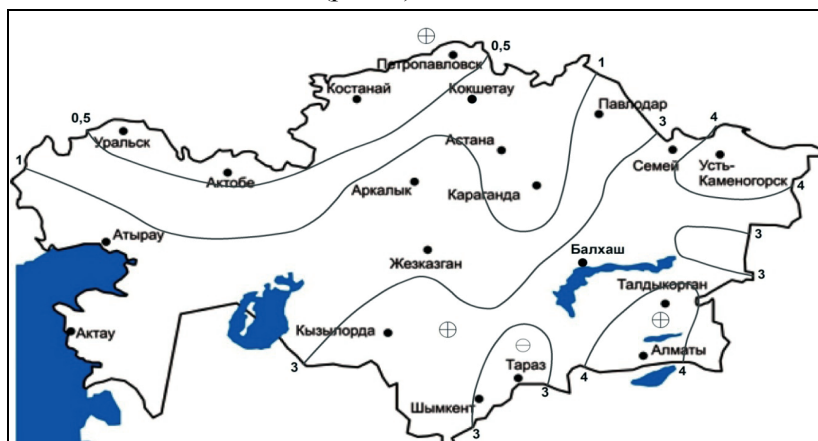


Рис. 7. Доли дисперсии (PV) для 72 летних циклов во временных рядах годовой температуры.

Северо-западнее от этой линии тренд таких циклов отрицательный, хотя и это лишь указывает на то, что их доля в дисперсии меньше, чем на юго-восток Республики.

Выполненный пространственный анализ циклов температуры показывает, что он в общих чертах отражает климатические и циркуляционные особенности над рассматриваемой территорией. Так, изолинии PV для всех циклов проходят с северо-востока на юго-запад, что согласуется с основным направлением вторжений – с северо-запада.

Циклы продолжительностью 2...3, 4 и 8 лет имеют тенденцию ослабевать к юго-востоку. Циклы в 24 и 36 лет слабо выражены по северу территории и хорошо по югу, что может указывать на пульсации с такой периодичностью пояса высокого давления.

Другие особенности, имеющие место (например, цикл в 16 лет), могут быть объяснены в ходе дальнейших исследований.

Таким образом, в рядах средней годовой температуры имеют место вековые, брикнеровские, а также кое-где 19 и 13-летние, и более короткие циклы. Циклы продолжительностью 11 лет во временных рядах средних годовых температур отражения не нашли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воейков А.И. Колебания климата и уровня озер Туркестана и Западной Сибири. // Метеорологический вестник. – 1901. – №3. – С. 16-27.
2. Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. – М.: Мысль, 1988. – 522 с.
3. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 495 с.
4. Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 316 с.
5. Кинд Н.В. Палеоклиматы и природная среда голоцена – История биогеоценозов СССР в голоцене. – М.: Наука, 1976. – С. 5-14.
6. Ладьюри Э. Ле Руа. История климата с 1000 года. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 270 с.
7. Монин А.С. Прогноз погоды, как задача физики. – М.: Наука, 1969. – 184 с.
8. Монин А.С., Вулис И.Л. О спектре долгопериодных колебаний метеорологических полей. – М.: Наука, 1971. – 22 с.
9. Оль А.И. Проявление 22-летнего цикла солнечной активности в климате Земли. // Труды ААНИИ. – 1969. – Вып. 289. – С. 116-129.
10. Питток А.Б. Связь солнечных циклов и погоды – не результат ли удачных опытов самовнушения [Электрон. ресурс]. – 1978. – URL: <http://meteocenter.net/meteolib/sun.htm> (Дата обращения 20.04.2013)
11. Рубашев Б.М. Проблемы солнечной активности. – М.: Наука, 1964. – 362 с.
12. Рубинштейн Е.С., Полозова Л.Г. Современное изменение климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 268 с.

13. Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря.: Автореф. дис. ... доктора геогр. наук. / Московский государственный университет им. Ломоносова. – М., 1977. – 62 с.
14. Хромов С.П. Солнечные циклы и климат //Метеорология и гидрология. – 1973. – №9. – С.
15. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. – Обнинск: ГУ ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 300 с.
16. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. – Л.: Наука, 1969. – 244 с.
17. Шнитников А.В. Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от климата // Тр. Лаб. озероведения АН СССР. – 1950. – Т.1. –129 с.
18. Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. – Зап. Геогр. общество СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – Т.16. – 261 с.
19. Bruckner ed. Klimaschwankungen seit 1700 nebst bemerkungen uber die klimaschwankungen der diluvialzeit. // georg. Abhandl. Von a.penck. – 1890. – bd. 4, hf.2. – S. 43-58.

Поступила 20.06.2013

Геогр. ғылымд. докторы	А.В. Чередниченко
Геогр. ғылымд. канд.	Алексей В. Чередниченко
Геогр. ғылымд. докторы	В.С. Чередниченко
Геогр. ғылымд. канд.	Э.П. Кожаметова
	А.Ю. Смирнова

ТЕМПЕРАТУРА ҚАТАРЛАРЫНДАҒЫ ЦИКЛДІҢ ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫ БОЙЫНША ТАРАЛУЫ

Елу метеорологиялық станция бойынша температура қатарларының спектральдік талдауы жасалды. Негізгі циклдері анықталып талдандау жүргізілді. Аумақ бойынша циклдер тұрақтылығының айтарлықтай өзгеретіні көрсетілді. Бұл жағдай климаттың өзгеру сценарилерін жасап қолдануда қиындық туындатуы мүмкін.

УДК 551.524.34(574)

Л.А. Ерисковская *

**АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БАЛАНС МАССЫ
ЛЕДНИКА ТУЙЫКСУ***ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ЧИСЛО СУТОК С ОСАДКАМИ, ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ОСАДКОВ, БАЛАНС МАССЫ ЛЕДНИКА, СИНОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ*

В статье рассматривается среднемесячная температура воздуха и месячные суммы осадков за балансовый год, а так же холодный и теплый периоды по данным гляциологического стационара ледника Туйыксу за период 2006...2010 гг. Исследовано влияние синоптических процессов (по типизации Б.Л. Дзердзеевского) на фазовый состав осадков. Выявлено количество осадков в процентах за каждый год теплого периода второго пятилетия 21 века. Подсчитано число случаев выпадения осадков в сутках за летние месяцы при типах циркуляции (по М.Х. Байдалу) и различных элементарных циркуляционных механизмах в экстремальные годы.

Введение

Изменение климата влияет на погоду в горах и может оказывать воздействие на экономику многих стран мира. В настоящее время внимание ученых все более и более сосредоточивается на высокогорных районах. Но еще больший научно-практический интерес проявляется к ледникам – одним из важнейших составляющих водного баланса. Ледники – аккумуляторы влаги. Вода в ледниках консервируется на много сотен и тысяч лет. Именно ледники можно назвать гигантскими естественными хранилищами запасов пресной воды. Задаче перспективного планирования с учетом максимального использования природных ресурсов придается большое значение в нашей стране. Необходимо знать масштабы колебаний климата как в прошлом, так и в будущем, а также какие изменения происходят в рамках месяца, сезона, года. Для рассмотрения этого вопроса взят репрезентативный ледник Туйыксу. Станция располагается на морене возле ледника на высоте 3450 м, где ведутся непрерывные наблюдения лабо-

* Институт географии, г. Алматы

раторией гляциологии Института Географии с 1972 года. Проанализированная научная информация высылается во Всемирную службу мониторинга ледников.

Метеорологические исследования

Большой научно-практический интерес представляют метеопроцессы при экстремальных значениях годового баланса массы ледников. Положительный баланс массы ледника за период 2006...2010 гг. был в 2009 и 2010 гг. – это благоприятные для оледенения годы (бл/г), когда снеговая линия (граница питания) ледника была ниже средней многолетней, и на долю области питания приходилась большая часть площади ледника. Во все остальные годы указанного периода преобладал отрицательный баланс неблагоприятные для оледенения годы (нбл/г) с максимально высоким положением границы питания ледника.

Особенно чувствительны ледники к колебаниям температуры воздуха и осадкам, т.е. параметрам, определяющим их внешний массоэнергообмен. При анализе метеорологических исследований использовались среднемесячные значения температуры воздуха, суммы осадков за месяц, которые определяли сотрудники стационара под руководством академика И.В. Северского. Данные по удельным величинам составляющих баланса массы ледника Туйыксу в водном эквиваленте, продолжительность годового, холодного и теплого периодов были рассчитаны и предоставлены К.Г. Макаревичем. В процессе обработки полученных материалов был выявлен фазовый состав осадков за исследуемый период, при различных элементарных циркуляционных механизмах (ЭЦМ), а также при каких типах циркуляции преобладают твердые осадки, (так как твердые осадки являются одним из главных факторов оледенения) и их число случаев (в сутках) за теплый период. Были проанализированы два экстремальных года 2008 г., когда годовой баланс был минимальным и 2009 г., когда годовой баланс был максимально положительным за летний период. За эти годы было подсчитано число случаев (в сутках) с выпадением осадков за летний период.

В классической метеорологии для средних широт в гляциальной зоне холодный период продолжается с сентября по май, теплый период с июня по август, а балансовый год с сентября по август, что соответствует календарному году. Для оценки режима ледника взята другая длительность указанных периодов. Это связано с устойчивым переходом осенью средне-суточных температур от положительных к отрицательным и весной от отрицательных к положительным. В первом случае начинается очередной балан-

совый год и зимнее снегонакопление, во втором – абляция накопленного зимой снега и многолетнего льда на языке. Таким образом, продолжительность балансового года оказывается разной из года в год, что соответствует стратиграфической системе оценки баланса массы ледника (табл. 1).

Таблица 1

Продолжительность холодного, теплого и балансового года

№	Год				
	2006	2007	2008	2009	2010
1	18.09.2006	14.09.2006	23.09.2007	20.09.2008	31.08.2009
2	12.05.2006	12.04.2007	9.05.2008	31.05.2009	6.06.2010
3	236	240	228	253	279
4	14.09.2006	23.09.2007	20.09.2008	31.08.2009	2.10.2010
5	125	134	134	92	118
6	361	374	362	345	397

Примечание: 1 – начало балансового года, 2 – конец холодного (зимнего) периода, 3 – продолжительность холодного периода в сутках, 4 – конец теплого периода и балансового года, 5 – продолжительность теплого периода в сутках, 6 – продолжительность балансового года в сутках.

Из данных табл. 1 видно, что продолжительность холодного, теплого периодов и балансового года значительно меняются. Но, как рассматривалось в [5], для оледенения главным фактором является изменение температуры воздуха в теплый период (в основном в летние месяцы) и увеличение осадков в твердом виде [6]. Согласно датам табл. 1 были рассчитаны температура воздуха, суммы осадков, за второе пятилетие 21 века (2006...2010 гг.).

Самая низкая температура воздуха, (2006...2010 гг.) за теплый период была в 2009 г. (табл. 2) и это повлияло на другие удельные величины составляющих баланса массы ледника Туйыксу в водном эквиваленте. Это отразилось на годовом балансе, он положительный (табл. 3).

В 2010 г. баланс также положительный (табл. 3), несмотря на то, что температура воздуха за теплый период была выше, чем в 2009 г. (табл. 2) и по продолжительности больше (табл. 1), но осадков в 2010 г. выпало много (табл. 2). Выпадали они в основном в смешанном виде (табл. 4), большую долю составили твердые осадки, так как наблюдались они в утреннее, вечернее и ночное время, когда температура воздуха намного ниже среднесуточной.

Таблица 2

Метеорологические параметры гляциальной зоны Заилийского Алатау по данным станции Туйыксу

Период	Год				
	2006	2007	2008	2009	2010
Сумма среднемесячных температур воздуха, °С					
годовой	-1088,4 (-3,0)	-818,9 (-2,2)	-1135,6 (-3,1)	-1113,0 (-3,2)	-1112,8 (-2,8)
холодный	-1690,5 (-7,2)	-1497,2 (-6,2)	-1858,3 (-8,2)	-1525,7 (-6,0)	-1673,7 (-6,0)
теплый	602,1 (4,8)	678,3 (5,1)	722,7 (5,4)	412,7 (4,5)	560,9 (4,8)
Сумма атмосферных осадков, мм					
годовой	925,4	1079,2	810,4	965,1	1343,5
холодный	441,4	326,6	371,9	590,4	808,0
теплый	484,0	752,6	438,5	374,7	535,5

Примечание: В скобках приведены средние суточные показатели.

Таблица 3

Удельные величины составляющих баланса массы ледника Туйыксу в водном эквиваленте

Год	Площадь ледника, км ²	Зимний баланс, м	Летний баланс, м	Годовая аккумуляция, м	Годовая абляция, поступившая в сток, м	Годовой баланс массы ледника, м
2006	2,513	0,687	-1,656	1,009	-1,978	-0,969
2007	2,472	0,541	-1,386	1,017	-1,922	-0,845
2008	2,451	0,411	-1,768	0,777	-2,135	-1,357
2009	2,451	0,626	-0,420	0,949	-0,743	0,206
2010	2,446	0,887	-0,857	1,495	-1,463	0,032
Среднее	2,466	0,630	-1,217	1,061	-1,648	-0,587

Как рассматривалось [6], на леднике Туйыксу в мае и сентябре преобладают твердые осадки, в летние месяцы – смешанные. Наибольшее количество жидких осадков наблюдается в августе. В 2010 году жидких осадков не было. На температуру воздуха и выпадение осадков большое влияние оказывают синоптические процессы.

Синоптические процессы

Для такого анализа использовалась типизация макроциркуляционных процессов, разработанная Б.Л. Дзердзеевским для Северного полушария [3, 4]. В отдельную группу им выделена меридиональная южная циркуляция (тип 13) – необычное состояние атмосферы с циклонической циркуляцией на полюсе, отсутствием блокирующих процессов на полушарии и тремя-четырьмя одновременными выходами южных циклонов в разных секторах полушария. Именно с этой группой с начала 1980-х годов (мак-

симум приходится на 1989 г.) и в настоящее время связано большинство метеорологических экстремумов, в том числе и в Арктическом бассейне, и в горных районах. Рост повторяемости южных циклонов, имеющих малые радиусы действия, большие скорости перемещения и резкие контрасты температур на фронтах вызывает увеличение амплитуды колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков в разных регионах, в частности, в горных районах в тёплое время года [8].

При исследовании синоптических процессов использовались данные с сайта [http:// www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru). На их основе устанавливалась продолжительность выпадения осадков (сутки) при различных типах циркуляции. Наибольшее количество осадков на леднике Туйыксу, как отмечалось в работе [5], выпадало при ЭЦМ *13л* в основном в летний период. В случае ЭЦМ *13л* полярное вторжение отсутствует, отмечаются обширная депрессия над Арктическим бассейном и циклоническая деятельность на континентах [4]. В 20 в. продолжительность числа суток с ЭЦМ *13л* возрастала. Правда, в конце столетия число суток с выпадением осадков при ЭЦМ *13л* на леднике Туйыксу стало уменьшаться, но влияние данного типа циркуляции еще велико [5] (табл. 4). Согласно данным исследования [5, 7], наибольшее количество осадков на леднике Туйыксу также выпадало при ЭЦМ *13л*. В связи с уменьшением числа суток ЭЦМ *13л* стали увеличиваться продолжительность других ЭЦМ, в частности типа *12* [6]. В 2009 г осадки в основном выпадали при типе циркуляции *12л*, происходило понижение температуры воздуха за теплый период (табл. 2), баланс массы оказался положительный (табл. 3), в 2010 г. наибольшее количество осадков выпало при ЭЦМ *13л* (табл. 4). Температура воздуха обычно при выпадении осадков понижается, что благоприятно для оледенения. Из данных табл. 4 видно, что большее количество осадков выпадало при ЭЦМ *13л*, *12бл* и *12вл* (три блокирующих процесса на полушарии, один из которых развивается над Западной Сибирью). При ЭЦМ *12бл* и *12вл* средиземноморские циклоны выходят на Казахстан. Рост суммарной продолжительности ЭЦМ *12-го* и чередование их с ЭЦМ *13-го* типа создали наилучшие условия для обострения атмосферных фронтов, формирования обильных осадков и резких контрастов температуры воздуха [8].

Таблица 4

Сумма осадков за теплый период при различных ЭЦМ на леднике Туйксу, 2006...2010 гг.

ЭЦМ	2006			2007			2008			2009			2010		
	Твёрдые осадки	Смешанные осадки	Жидкие осадки	Твёрдые осадки	Смешанные осадки	Жидкие осадки	Твёрдые осадки	Смешанные осадки	Жидкие осадки	Твёрдые осадки	Смешанные осадки	Жидкие осадки	Твёрдые осадки	Смешанные осадки	Жидкие осадки
2	-	-	1,8	37,2	18,4	1,8	-	30,3	1,7	3,5	-	23,3	-	-	-
3	-	21,0	0,4	-	84,3	0,4	-	26,8	-	-	4,3	-	-	-	-
4	8,5	19,3	-	12,7	4,2	-	43,3	-	-	-	-	-	-	18,7	-
6	21,6	81,2	-	15,2	-	41,5	5,0	-	-	-	-	-	0,4	7,5	-
7л	-	17,2	20,2	23,9	19,1	20,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8а	-	-	-	-	-	-	7,6	-	-	-	9,4	-	4,4	-	-
8б	-	32,2	-	-	19,8	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	-
8в	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,8	-
8г	-	-	-	9,4	-	-	-	1,9	-	-	-	5,9	-	-	-
8з	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1,2	24,3	5,2	53,7	166,9	-	1,2	52,2	10,6	-	30,3	-	3,8	126,8	-
10	4,0	69,1	6,4	-	0,8	-	7,8	67,5	-	-	10,0	1,2	-	-	-
12а	-	34,3	-	38,0	15,2	-	-	37,4	-	25,5	59,0	7,7	42,1	94,8	-
12б	-	-	-	-	-	-	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-
12в	7,6	18,5	-	34,2	69,7	-	-	6,5	-	63,6	84,1	20,8	-	42,0	-
13з	-	-	-	8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13л	14,9	97,5	3,0	94,1	1,7	3,0	2,6	80,4	2,7	0,4	14,0	-	0,9	185,5	-
Σ	57,8	414,6	11,6	327,1	400,1	25,4	64,6	358,9	15,0	104,7	211,1	58,9	51,6	483,9	-
Σ год	484,0	-	-	752,6	-	-	438,5	-	-	374,7	-	-	535,5	-	-
Σ%	11,9	85,7	2,4	43,5	53,1	3,4	14,8	81,8	3,4	27,9	56,3	15,8	9,6	90,4	-

Как отмечалось в работе [1], наиболее благоприятные условия в отношении осадков для Казахстана складываются при меридиональном типе Е, когда осадки выпадают в основном в твёрдом виде и при этом понижается температура воздуха. На леднике Туйксу наибольшее количе-

ство осадков в твердом виде наблюдалось при типе Е [7]. В эпоху циркуляции типа Е создаются условия для стационарирования или слабого наступания ледников на Алтае и в Юго-Восточном Казахстане [2].

Были проанализированы 2 года с использованием типизации М.Х. Байдала при различных ЭЦМ: 2008 г., когда годовой баланс был резко отрицательный – 1,357 и 2009 г., когда годовой баланс был максимально положительный 0,206 (табл. 3). Данные по типизации М.Х. Байдала для Казахстана были предоставлены отделом прогнозов погоды РГП «Казгидромет». Число случаев с выпадением осадков при типе Е в 2009 г. было больше. В августе 2-е суток с осадками было при ЭЦМ 8зз (табл. 5). При этом типе циркуляции их выпало мало, но резко понизилась температура воздуха, что благоприятно для оледенения. Такой тип циркуляции в летнее время встречается редко.

Таблица 5

Число случаев (сутки) выпадения осадков в летний период на леднике Туйыксу при различных синоптических процессах (2008...2009 гг.).

ЭЦМ	2008 год			2009 год		
	Тип III	тип E	тип C	тип III	тип E	тип C
2	2	-	1	4	-	1
3	4	-	-	2	-	-
4	-	4	2	-	-	-
6	2	2	-	-	-	-
8a	2	-	-	1	-	3
8б	-	-	-	-	2	-
8г1	-	-	1	-	-	1
8гз	-	-	-	2	-	-
9	7	2	1	-	3	-
10	2	3	4	1	4	-
12a	-	-	-	5	1	2
12л	-	-	-	10	8	3
13л	8	2	2	1	2	-
Σ	27	13	11	26	20	10
$\Sigma_{общая}$	51			56		
$\Sigma_{осадков}$, мм	97,7	97,1	94,0	173,0	141,0	60,7
$\Sigma_{осадков\ общая}$, мм	288,8			374,7		

Теплый период в 2008 году был с 9 мая по 20 сентября, а в 2009 году только летние месяцы с июня по август (табл. 1). Осадков в 2008 г. за теплый период выпало 438,5 мм, в 2009 г. – 374,7 мм, но в твердом виде значительно больше (табл. 4). Анализ табл. 5 показал, что и в 2008 г. и в 2009 г. в летний период преобладал тип III. В 2009 г. при типе E

(число случаев 20) сумма осадков составила 141,0 мм, что было намного больше, чем в 2008 г. (число случаев 13, сумма осадков 97,1 мм.).

Заключение

Несмотря на глобальное потепление, годовой баланс массы ледника бывает положительным, такими были 2009 и 2010 гг. Как рассматривалось ранее, главным фактором благоприятным для оледенения является понижение температуры воздуха за теплый период, особенно в летние месяцы. В 2009 г. температура была самая низкая за рассматриваемый период, годовой баланс составил 0,206, осадков за теплый период выпало 374,7 мм., наибольшее их количество выпало при ЭЦМ 12л. В 2010 г. температура воздуха повысилась, но осадков за аналогичный период выпало намного больше, чем в 2009 г. с преобладанием твердой фазы (535,5 мм.), в жидком виде осадки не наблюдались. Это благоприятно сказалось на оледенении, годовой баланс составил 0,032. Наибольшее количество осадков выпало при ЭЦМ 13л. Резко отрицательный годовой баланс (-1,357) за исследуемый период был в 2008 г., в 2009 г. годовой баланс был максимально положительный (0,206). Число случаев и сумма осадков в 2009 году были больше, чем в 2008 году.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Колебания режима ледников в связи с макроциркуляционными эпохами. // МГИ. – 1964. – Вып. 10. – С. 112-120.
2. Байдал М.Х. Комплексный макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометиздат, 1961. – 211 с.
3. Дзердзеевский Б.Л. Общая циркуляция атмосферы и климат. – М: Гидрометеиздат, 1975. – 285 с.
4. Дзердзеевский Б.Л. Проблемы колебаний общей циркуляции атмосферы и климата // Воейков и современные проблемы климатологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1956. – С. 109-122.
5. Ерисковская Л.А. Метеорологическая обусловленность колебания границы питания на леднике Туюксу // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 2. – С. 79-88.
6. Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Туюксу // МГИ. – 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.
7. Ерисковская Л.А. Фазовый состав атмосферных осадков на леднике Туюксу // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 4. – С. 108-117.

8. Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы Северного полушария и их применение в гляциологии // МГИ. – 2003. – Вып. 95. – С. 45-65.

Поступила 20.03.2013

Л.А. Ерисковская

АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН ШАШЫН ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТҰЙЫҚСУ МҰЗДЫҒЫНЫҢ САЛМАҚ БАЛАНСЫНА ӘСЕРІ

Мақалада баланс жылдағы орташа айлық ауа температурасы және айлық жауын шашын сомасы, сонымен қатар Тұйықсу мұздығындағы гляциологиялық стационар мәліметтері бойынша 2006...2010 жылдар аралығындағы суық және жылы мерзімдер қарастырылған. Жауын – шашынның фазалық құрамына синоптикалық процестердің әсері зерттелген (Дзержевский типтеуі бойынша). 21 ғасырдың екінші бесжылдығындағы әр жылдың жылы мерзіміне жауын-шашын мөлшерінің пайызы анықталды. Циркуляция типтеріндегі (М.Х.Байдалу бойынша) жаз айларындағы тәуліктерде және қысылаң жылдардағы әртүрлі қарапайым циркуляция механизмінде жауын-шашын түсу жағдайларының саны есептелді.

УДК 55:502.64.185

Канд. с.-хоз. наук	Н.Э. Бекмухамедов *
Канд. техн. наук	Н.Р. Муратова *
Канд. геогр. наук	С.М. Северская *
	Р. Жумабекова *
	Р. Курбанова *

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПАСТБИЩ НА ОСНОВЕ КОСМОСНИМКОВ TERRA/MODIS

ПАСТБИЩНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ИНДЕКС NDVI, ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА, ПРОДУКТИВНОСТЬ, ПОДСПУТНИКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОБРАЗЫ

Разработана методика дистанционной оценки продуктивности и состояния пастбищных экосистем на основе метода «года аналога» с использованием космоснимков КА Terra/Modis. Рассчитана сезонная продуктивность естественных пастбищ Алматинской и Карагандинской областей. На основании средне многолетних данных NDVI построены карты продуктивности естественных пастбищ.

Воздействие на пастбищные экосистемы в различных регионах Казахстана требует все большего внимания к проблеме сохранения их продуктивности, так как естественные кормовые угодья являются решающими для создания прочной кормовой базы. Применение космических методов исследования, при инвентаризации растительности, в значительной степени связано с большими площадями и труднодоступностью территорий. Подспутниковые исследования, обладая значительной обзорностью и информативностью, позволяют объективно оценить обстановку и принять эффективные меры

Методика дистанционной оценки продуктивности пастбищ основана на материалах подспутниковых исследований пустынной и сухостепной растительности пастбищ. В результате исследований 2010 г. был разработан метод «года-аналога» для оценки продуктивности пастбищ, осно-

* Институт космических исследований, г. Алматы

ванный на сравнении распределения $NDVI$ для текущего года с банком многолетних спектральных образов на тестовых участках [1, 2]; определении поправочных коэффициентов и расчете продуктивности по контурам типов пастбищ по следующим формулам:

$$R = \frac{NDVI_{mek} - NDVI_{max}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}},$$
$$Y_{mek} = Y_{min} + R(Y_{max} - Y_{min}),$$

где $NDVI_{mek}$ – интегральная величина, рассчитываемая как сумма декадных максимальных значений $NDVI$ для весеннего и летнего сезонов текущего года; $NDVI_{max}$, $NDVI_{min}$ – интегральные величины, рассчитываемые как сумма декадных максимальных и минимальных значений $NDVI$ для весеннего и летнего сезонов в период с 2001 по 2011 гг.; Y_{mek} – урожай пастбищ для данной растительной ассоциации по сезонам.

В 2011 г. этот метод применялся для расчета сезонной продуктивности пустынных, полупустынных и сухостепных пастбищ на территории Карагандинской и Алматинской областей. К решению поставленной задачи были привлечены данные *TERRA/MODIS* (разрешение 250 м) за 2001...2011 гг. для анализа $NDVI$; данные полевых обследований продуктивности пастбищ на тестовых участках; информация из базы данных по типам и продуктивности кормовых угодий специально разработанной ГИС «Пастбища Казахстана». В базу вошли картографические материалы «Карты кормовых угодий Казахской ССР» и информация из ее легенды, отражающая сезонную максимальную и минимальную урожайность для различных растительных ассоциаций.

Первым этапом тематической обработки являлось построение ежедекадных карт $NDVI$ по снимкам *MODIS* за период с 2001 по 2011 гг. Пример для ковыльно-злаковой растительности с участием люцерны (участок № 251 Шетского полигона) приведен в табл. 1. На основании этих данных мы определяли $NDVI_{max}$ и $NDVI_{min}$ для каждой декады и каждого пикселя весеннего и летнего сезона за период с 2001 по 2011 годы, и распределение этих же значений $NDVI$ для текущего года.

Расчет урожайности был сделан для всех растительных ассоциаций тестовых участков полигонов. В качестве примера в табл. 2 приведены результаты расчета урожайности для пастбищ, наблюдаемых на полигоне «Бозой» Алматинской области.

Таблица 1

Декадные данные *NDVI* по снимкам *MODIS* для участка № 251

Декада	Год							min	max
	2001	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
04-d1	0,21	0,22	0,15	0,23	0,21	0,06	0,15	0,1	0,2
04-d2	0,29	0,23	0,18	0,26	0,21	0,18	0,3	0,2	0,3
04-d3	0,28	0,28	0,34	0,3	0,27	0,25	0,38	0,2	0,4
05-d1	0,34	0,33	0,42	0,33	0,36	0,38	0,28	0,3	0,4
05-d2	0,41	0,36	0,5	0,46	0,4	0,43	0,48	0,4	0,5
05-d3	0,45	0,41	0,57	0,52	0,47	0,53	0,55	0,4	0,6
06-d1	0,54	0,46	0,6	0,53	0,45	0,63	0,51	0,5	0,6
06-d2	0,57	0,55	0,59	0,54	0,4	0,62	0,49	0,4	0,7
06-d3		0,5	0,54	0,44	0,4	0,6	0,47	0,4	0,7
07-d1	0,55	0,58	0,59	0,49	0,34	0,51	0,55	0,3	0,6
07-d2	0,44	0,59	0,61	0,42	0,31	0,43	0,54	0,3	0,7
07-d3		0,59	0,64	0,45	0,37	0,49	0,52	0,4	0,6

Таблица 2

Урожайность растительных ассоциаций полигонов Алматинской области, полученная расчетным путем и в полевых условиях

№ участка	<i>NDVI</i>			Коэффициент	Урожай, ц/га	
	max	min	тек		расчет	наземные данные
30			<i>эфемерово-разнотравные</i>			
	0,563	0,14	0,23	0,52	4,0	5,3
31			<i>эфемерово-полынные</i>			
	0,547	0,16	0,25	0,40	5,2	5,9
32			<i>бобово-разнотравные</i>			
	0,499	0,17	0,23	0,33	4,6	6,3
33			<i>эфемерово-разнотравные</i>			
	0,543	0,17	0,26	0,39	3,8	3,7
218			<i>разнотравно-бобовые</i>			
	0,47	0,15	0,28	0,53	7,2	8,2
219			<i>разнотравно-терескеновые</i>			
	0,427	0,16	0,23	0,43	3,7	4,2
220			<i>разнотравно-бобовые</i>			
	0,459	0,15	0,24	0,31	4,6	5,9

№ участка	NDVI			Коэффициент	Урожай, ц/га	
	max	min	тек		расчет	наземные данные
221	0,454	0,14	0,27	0,29	3,72	3,7
222	0,336	0,15	0,32	0,70	4,8	4
223	0,353	0,15	0,32	0,56	4,1	3,2
224	0,394	0,17	0,28	0,32	4,5	4,1
225	0,296	0,16	0,31	0,66	3,7	5,3
226	0,521	0,13	0,36	0,26	4,8	3,6
1	0,412	0,2	0,29	0,41	7,8	7,0
2	0,484	0,16	0,21	0,14	6,7	6,1
35	0,477	0,15	0,33	0,54	3,5	2,2
36	0,373	0,24	0,32	0,58	3,7	4,2
38	0,37	0,24	0,31	0,48	4,8	5,6
89	0,359	0,18	0,25	0,41	5,0	7,0

Сравнительная оценка продуктивности пастбищ, рассчитанная с помощью вегетационного индекса *NDVI* (по спутниковым данным) за весенний период и полученная в полевых условиях за период 2010 и 2011 гг., дает основание утверждать, что процент ошибки в прогнозе урожайности колеблется в пределах 10...15 % (рис. 1).

Оценка урожая полигонов Шетского района Карагандинской области также подтверждает наши экспериментальные данные (рис. 2).

По отработанной методике были проведены расчеты и построены карты летней и весенней продуктивности пастбищ не только полигонов, но и для Шетского района и для территории Алматинской области. В ка-

честве примера приводим «Карту весенней продуктивности пастбищ Шетского района» (рис. 3).

Таким образом, предложенная нами методика оценки естественных пастбищ, на основании космоснимков *TERRA/MODIS*, позволяет оценить экологическое состояние естественных пастбищ. С большой долей достоверности определяется продуктивность естественных кормовых угодий на текущий год.

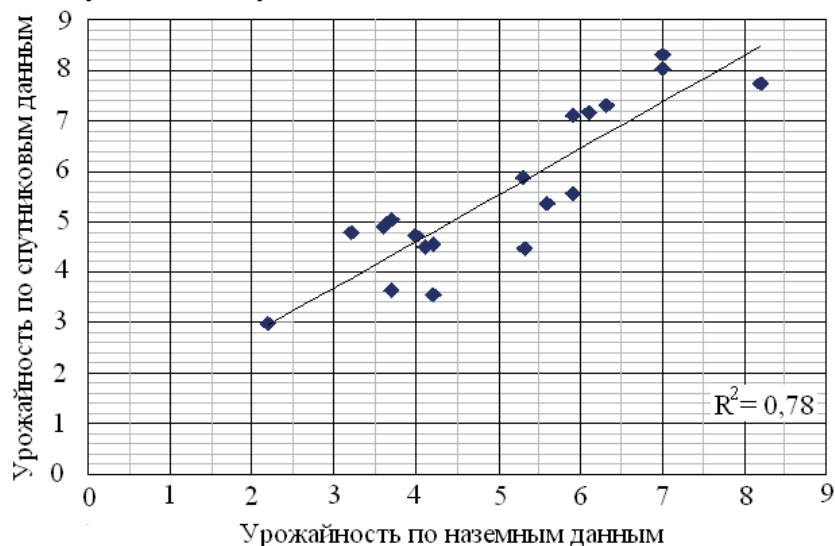


Рис. 1. Сопоставление данных по продуктивности: наземных и полученных экспериментально с полигонов Алматинской области за весну 2011 года.

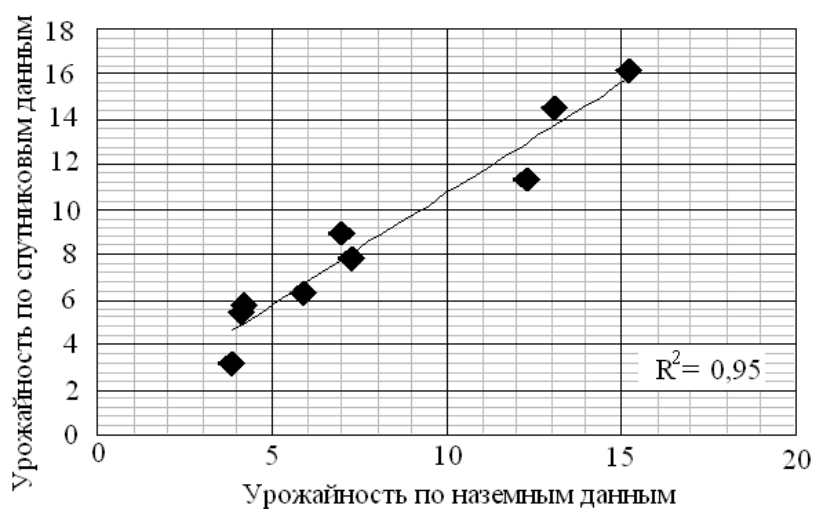


Рис. 2. Данные урожая, полученные по экспериментальным и наземным данным, полигон Шетский, весна и лето 2011 г.

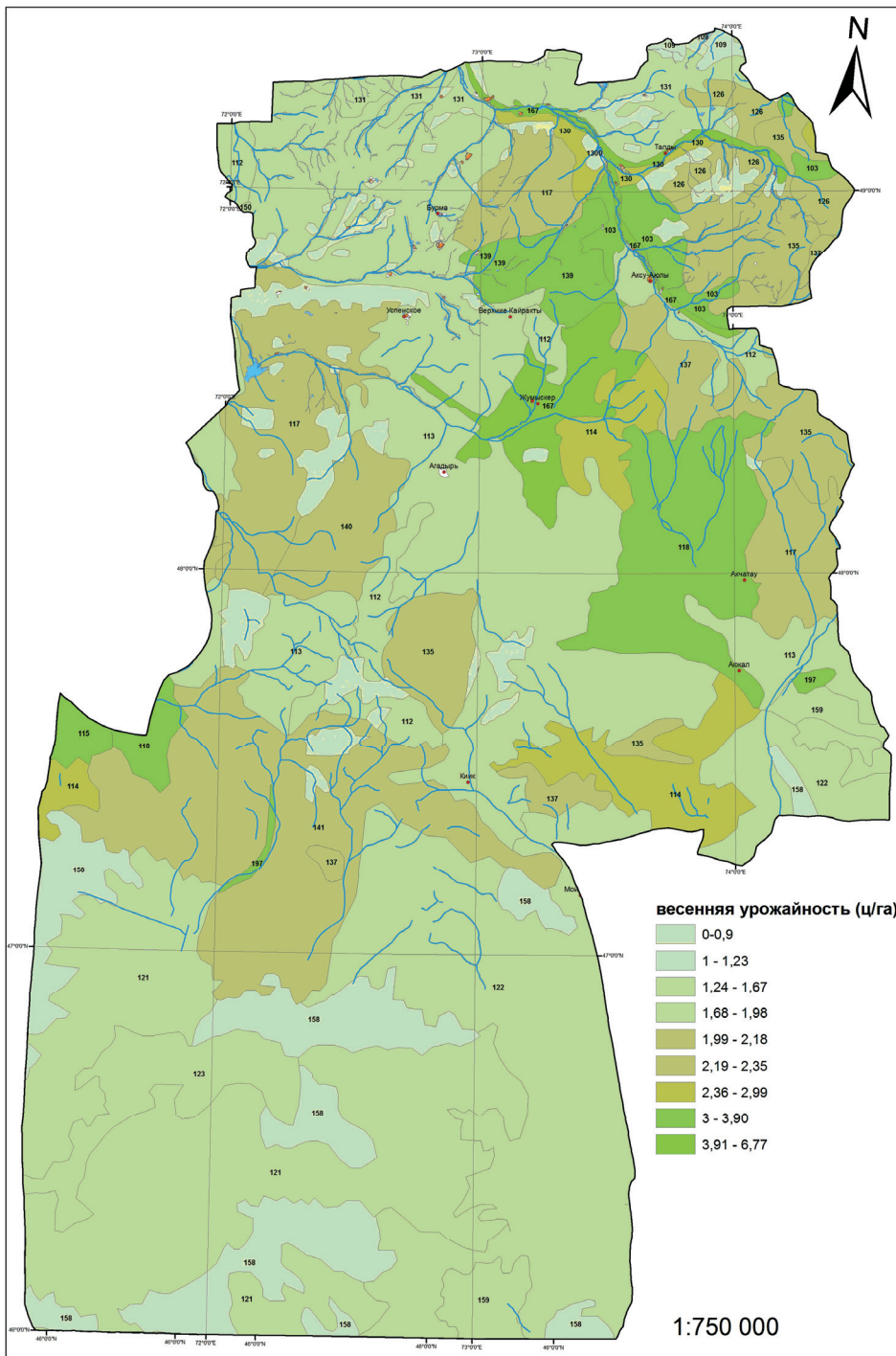


Рис. 3. Карта-схема весенней продуктивности пастбищ Шетского района Карагандинской области в 2011 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лупян Е.А., Барталёв С.А., Савин И.Ю. Технологии спутникового мониторинга в сельском хозяйстве России // Аэрокосмический курьер. – 2009. – № 6. – С. 47-49.
2. Чимитдоржиев Т.Н., Ефременко В.В. Об использовании различных индексов вегетации в дистанционном зондировании экосистем // Исследование Земли из космоса. – 1998. – № 3. – С. 49-56.

Поступила 6.06 2012

А-шар. ғылымд. канд. Н.Э. Бекмухамедов
Техн. ғылымд. канд. Н.Р. Муратова
Геогр. ғылымд. канд. С.М. Северская
Р. Жумабекова
Р. Курбанова

TERRA/MODIS ҒАРЫШТЫҚ СУРЕТТЕРІ НЕГІЗІНДЕ ТАБИҒИ ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІ МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ТАҚЫРЫПТЫҚ БАЖАЙЛАУ

«Жыл аналогы» әдістемесі негізінде жайылымдық экожүйелердің өнімділігі мен жағдайын арақашықтықтан бағалаудың әдістемесі өңделді. Terra/Modis ҒА-ның ғарыштық суреттерін қолдану арқылы. Алматы және Қарағанды облыстары табиғи жайылымдарының мезгілдік өнімділігі есептелінді. Орташа көпжылдық NDVI мәліметтері негізінде табиғи жайылымдар өнімділігінің карталары құрастырылды.

УДК 551.515.3 (574.12)

Канд. геогр. наук Н.У. Бултеков *

**РЕЖИМ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ НА ТЕРРИТОРИИ
АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ****МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, ПОВТОРЯЕМОСТЬ ВЕТРА,
ПЫЛЬНАЯ БУРЯ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ**

По материалам наблюдений метеорологических станций Атырауской области рассмотрен ветер и подробно изучен режим пыльных бурь. В годовом ходе максимум средних скоростей ветра наблюдается с февраля по апрель, а второй, менее значительный, выражен осенью. Наблюдалась большая повторяемость ветров северной и восточной составляющих: летом – северо-западные, а зимой – восточные, юго-восточные и северо-восточные. Наиболее часто пыльные бури отмечены с апреля по сентябрь в районах М Атырау, М Ганюшкино, М Сагыз. Относительно небольшое число дней с пыльными бурями наблюдалось на М Карабау и М Новый Уштоган. Пыльные бури продолжительны и длятся в основном от 1,5 часов и более. Наиболее часто они длятся в интервале 5,4...10,4 часа, продолжительностью более 1 суток наблюдались во всех исследуемых районах области.

Исследуемые территории Атырауской области лежат в пределах пустынь юго-восточной части Русской равнины, прилегающей к Каспийскому морю. По условиям рельефа рассматриваемая территория принадлежит естественно исторической провинции – Прикаспийской низменности. Поверхность низменности, полого наклоненной в сторону Каспийского моря, сложена мощной толщей отложений четвертичного (главным образом верхнечетвертичного и современного) возраста. В генетическом отношении Прикаспийская низменность является аккумулятивной равниной морского и частично речного происхождения. Абсолютные высоты ее поверхности изменяются от 50...80 м по периферии до 27 м ниже уровня Мирового океана у побережья современного Каспия [3].

* КазНИИ экологии и климата, г. Алматы

Отложения, слагающие поверхность Прикаспийской низменности (пески, супеси, суглинки, реже глины), характеризуются малой денудационной устойчивостью. Однако, слабые уклоны, засушливость климата и, как следствие, ничтожный поверхностный сток, обусловили замедленное развитие современных эрозионно-денудационных процессов и сравнительную сохранность первичного аккумулятивного рельефа. Эоловые и суффозионные процессы осложнили, но не затушевали первичные черты рельефа исходной морской или аллювиально-дельтовой аккумулятивной равнины [2].

Режим ветра и пыльных бурь рассмотрен по материалам наблюдений РГП «Казгидромет» для метеорологических станций (М), расположенных в Атырауской области за 23-х летний ряд (с 1986 по 2008 гг.). В исследуемом районе на севере находится М Карабау, на северо-западе – М Новый Уштоган, на востоке – М Сагыз, на юге – М Атырау и на западе – М Ганюшкино.

В годовом ходе наибольшие средние скорости ветра наблюдаются с февраля по апрель. Второй, менее значительный, максимум выражен осенью. И тот, и другой вызваны обострением циклонической деятельности в эти месяцы (табл. 1).

Таблица 1
Средняя многолетняя месячная и годовая скорости ветра, м/с

Метеостанция	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Новый Уштоган	4,4	4,6	4,7	4,6	4,0	3,7	3,5	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,0
Ганюшкино	4,5	4,8	4,9	4,9	4,3	4,2	3,6	3,4	3,7	3,9	4,1	4,3	4,2
Атырау	4,6	4,9	5,0	4,9	4,3	4,3	3,9	3,8	4,0	4,1	4,3	4,3	4,4
Сагыз	3,9	3,9	3,9	3,8	3,2	3,2	3,1	2,9	3,0	3,2	3,5	3,6	3,4
Карабау	3,9	4,1	4,0	4,1	3,6	3,4	3,4	3,2	3,4	3,6	3,6	3,7	3,7

Как отмечалось в работах [4, 5], в холодное время года направление ветров определяется влиянием Азиатского антициклона и его западного отрога. Ось отрога проходит к северу от линии Каркаралинск – Актюбинск. Таким образом, зимой центр высокого давления располагается к северо-востоку от исследуемой территории, а летом на севере и северо-западе. Поэтому здесь имеют большую повторяемость ветры с северной и восточной составляющей: летом – северо-западные, а зимой – восточные, юго-восточные и северо-восточные (табл. 2).

Ветровой режим обуславливается барико-циркуляционными факторами, орографией и по своему характеру несколько различен. В холодное время года северо-восточные районы находятся под влиянием отрога

сибирского антициклона, здесь преобладают ветры западных (20 %), южных и северных (10 %) направлений. Территория Атырауской области подвергается выходам циклонов с Каспия, действие антициклона ослаблено и несколько большую повторяемость имеют здесь ветры восточных (18 %) и юго-восточных (21 %) направлений.

Таблица 2

Повторяемость направлений ветра и штилей (%)

Метеостанция	Направление								Штиль
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Новый Уштоган	10	12	17	14	9	11	16	11	8
Ганюшкино	9	10	22	13	9	13	14	10	20
Атырау	9	12	19	16	8	14	12	10	10
Сагыз	9	10	18	21	8	10	11	13	4
Карабау	11	13	16	17	9	11	12	11	10

На северном побережье Каспийского моря преобладание этих ветров выражено сильнее (22 %), это связано с усилением переноса более холодных воздушных масс из пустыни в сторону моря. В теплое время года происходит перестройка барического поля, поэтому ветровой режим на всей территории меняется. В прибрежной полосе летом наблюдаются бризы.

Основной ущерб, наносимый пыльными бурями, в степной зоне состоит в уничтожении плодородного слоя почвы. Кроме того, абразивный эффект повреждает молодые растения. Запыленность атмосферы приводит к увеличению болезней легких, развитию аллергических заболеваний. В песчаных пустынях во время бурь песок заносит населенные пункты, транспортные магистрали [1].

Распределение числа дней с пыльными бурями и поземками для исследуемых районов Атырауской области крайне неоднородны. В среднем многолетнем ходе пыльные бури по области наиболее часто были отмечены на М Атырау, М Ганюшкино и на М Сагыз. Дни с этими процессами наблюдаются с апреля по сентябрь. Относительно небольшие числа дней наблюдаются на М Карабау и М Новый Уштоган (табл. 3).

В табл. 4-8 приведено число случаев пыльных бурь различной непрерывной продолжительности для 5 метеорологических станций Атырауской области перечисленных выше.

Таблица 3

Среднее многолетнее число дней с пыльной бурей

Метеостанция	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Новый Уштоган			0,1	1,0	1,0	0,7	0,6	0,5	0,6	0,4	0,03		4,9
Ганюшкино	0,1	0,3	1,2	4,2	3,0	4,3	3,0	2,1	2,9	1,1	0,3	0,5	23,1
Атырау	0,4	0,7	1,6	3,9	2,4	3,3	3,0	3,3	3,3	1,8	0,3	0,1	24,1
Сагыз	0,03	0,07	0,4	2,4	2,3	3,0	2,6	2,1	2,1	1,8	0,4	0,5	17,5
Карабау			0,1	1,2	0,7	1,0	0,8	0,7	1,0	0,7	0,03	0,1	6,3

Таблица 4

Число случаев пыльных бурь различной непрерывной продолжительностью на М Атырау

Продолжительность, ч	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
< 1,5	0	0	3	3	14	19	24	16	4	1	0	1
1,5...5,4	3	6	14	45	32	46	39	50	50	18	3	1
5,5...10,4	2	6	14	43	18	24	17	23	32	19	2	1
10,5...15,4	0	1	7	8	4	3	5	2	6	0	1	0
15,5...20,0	3	2	1	2	0	0	1	1	0	1	1	0
> 20,0	1	1	4	3	0	0	0	0	1	1	0	0

Таблица 5

Число случаев пыльных бурь различной непрерывной продолжительностью на М Карабау

Продолжительность, ч	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
< 1,5	0	0	0	3	7	7	7	4	2	1	0	0
1,5...5,4	0	0	1	16	7	13	11	15	13	9	0	1
5,5...10,4	0	0	1	9	3	6	4	3	9	7	1	1
10,5...15,4	0	0	0	3	2	0	0	0	1	2	0	1
15,5...20,0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
> 20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Таблица 6

Число случаев пыльных бурь различной непрерывной продолжительностью на М Сагыз

Продолжительность, ч	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
< 1,5	0	0	1	15	28	54	47	35	24	17	2	2
1,5...5,4	1	1	5	33	30	27	19	27	30	30	6	8
5,5...10,4	0	0	3	21	11	6	8	5	10	11	2	2
10,5...15,4	0	0	1	3	1	0	2	0	1	0	1	0
15,5...20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
> 20,0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1

Таблица 7

Число случаев пыльных бурь различной непрерывной продолжительностью на М Новый Уштоган

Продолжительность, ч	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
< 1,5	0	0	0	2	3	4	8	1	1	0	0	0
1,5...5,4	0	0	1	13	8	8	5	5	11	2	1	0
5,5...10,4	0	0	1	5	7	2	4	5	7	7	0	0
10,5...15,4	0	0	0	3	2	1	1	1	0	0	0	0
15,5...20,0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
> 20,0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 8

Число случаев пыльных бурь различной непрерывной продолжительностью на М Ганюшкино

Продолжительность, ч	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
< 1,5	0	0	2	6	5	12	12	4	4	0	0	0
1,5...5,4	0	3	12	40	32	54	41	25	34	18	4	2
5,5...10,4	3	1	9	46	34	30	21	26	33	12	2	8
10,5...15,4	0	1	2	6	8	7	6	2	4	1	0	0
15,5...20,0	0	2	2	3	0	1	0	0	1	0	1	0
> 20,0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0

Как видно из данных в табл. 4-8, на всех станциях пыльные бури продолжительны и длятся в основном выше 1,5 часов. Наиболее часто они длятся в интервале 5,4...10,4 часа. Бури продолжительностью более 1 суток чаще всего наблюдались на М Атырау.

Таким образом, в годовом ходе средние многолетние месячные скорости ветра наблюдаются весной и менее значительный максимум выражен осенью. Большая повторяемость ветров с северной и восточной составляющей: летом – северо-западные, а зимой – восточные, юго-восточные и северо-восточные. Пыльные бури в исследуемом районе продолжительные, и полученные результаты могут быть использованы при решении вопросов природоохранного характера по защите населенных пунктов от заноса песка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бултеков Н.У. О суточном ходе пыльных бурь и поземков в Актюбинской области // Материалы международной научно-практической конференции: Современные тенденции и закономерности в развитии географической науки в Республике Казахстан. – Алматы, 2010. – С. 153-155.

2. Геология СССР. Том XXI. Часть 1. Геологическое строение. Книга 2. – М.: Недра, 1970. – 344 с.
3. Гидрогеология СССР. Том XXXV. Западный Казахстан / Под ред. А.В. Сотникова. – М.: Недра, 1971. – 552 с.
4. Гирс А.А. Многолетние преобразования форм атмосферной циркуляции и связанные с ними колебания уровней морей // В кн.: Материалы конференции по проблеме взаимодействия атмосферы и гидросферы в северной части Атлантического океана. – Л.: Гидрометеоздат, 1958. – С. 25-33.
5. Изменчивость климата Средней Азии / Под ред. Ф.А. Муминова, С.А. Иногамовой. – Ташкент: Изд-во САНИГМИ, 1995. – 215 с.

Поступила 14.06.2013

Геогр. ғылымд. канд. Н.У. Бултеков

АТЫРАУ ОБЛЫСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ ШАҢДЫ ДАУЫЛДАРДЫҢ ТӘРТІБІ

Атырау облысы метеорологиялық станцияларының бақылау материалдары бойынша жел қарастырылды және шаңды дауылдардың тәртібі толығымен зерттелді. Жылдық тербелісінде жел жылдамдығының көпжылдық орташа айлық көрсеткіштері көктемде – наурыз және сәуір айларында байқалса, маңыздылығы кем екінші максимумы күз айларында байқалады. Солтүстік және шығыс құраушылары бар желдің едәуір қайталанушылығы: жазда – солтүстік-батыс, ал қыста – шығыс, оңтүстік-шығыс және солтүстік-шығыс бағытынан болады. Атырау метеостанциясында ең жоғарғы көпжылдық орташа шаңды дауылдардың мәні 24 тәулікке тең. Осы құбылыстардың көптеп орын алатын күндері сәуірден қыркүйек айларына дейін байқалады. Шаңды дауылдар болатын күндердің осыған ұқсас таралуы Ганюшкино метеостанциясында да байқалады. Салыстырмалы түрде бірнеше күндер бойы байқалатын шаңды дауылдар Қарабау және Жаңа Үштоған метеостанцияларында болып тұратындығы байқалды. Шаңды дауылдардың болуы ұзаққа созылады, негізінен, 1,5 сағаттан бастап одан да ұзақ уақытқа дейін жалғасады. Көбінесе олардың ұзақтығы 5,4...10,4 сағатқа дейін созылады. Ұзақтығы 1 тәуліктен асатын шаңды дауылдар облыстың зерттеліп отырған аймақтарының барлығында да байқалды.

УДК 551.311.21:624

Доктор геогр. наук Б.С. Степанов *

К ПРИРОДЕ ГРЯЗЕКАМЕННЫХ СЕЛЕЙ*СЕЛЕВОЙ ПОТОК, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ПЛОТНОСТЬ СЕЛЕВОЙ МАССЫ, ВЯЗКОСТЬ, ПЛАСТИЧНОСТЬ, ГЛУБИНА ПОТОКА, МОЩНОСТЬ ПОТОКА*

Общепринято считать, что плотность селевой массы однозначно определяется уклоном русла. Развитие гравитационной теории М.А. Великанова позволило установить, что в наиболее важных для практики ситуациях одному значению уклона русла соответствует два устойчивых и одно неустойчивое значение плотности селевой массы. Это привело к открытию неизвестного ранее природного явления – скачкообразного изменения плотности селевой массы при превышении уклоном русла критического значения.

Перемещение водных и селевых потоков по земной поверхности обусловлено преимущественно наличием потенциальной энергии и возможностью её трансформации в кинетическую и другие виды энергий. Ограничение роста кинетической энергии объясняется противодействием сил различной природы: молекулярной и турбулентной вязкостью движущихся масс, их пластичностью, «сухим» трением на границе «поток – русло», соударением, скалыванием и истиранием горных пород, упругостью горных пород и воздуха, благодаря которой генерируются акустические и сейсмические волны и т.д. Значительная часть потенциальной энергии потока может затрачиваться на перемещение твердых частиц (взвешивание твёрдых частиц, их перемещение сальтацией, качением и скольжением).

Соотношение движущей силы и сил сопротивления в значительной мере определяет предельно возможную концентрацию твёрдой составляющей в селевой массе. Относительный объём селевой массы, образующейся из единичного объёма воды, в зависимости от объёмной концентрации твёрдой составляющей (при влажности селеформирующих горных пород, равной нулю), определяется как

* РГП «Казгидромет», г. Алматы

$$N = \frac{1}{1 - C}, \quad (1)$$

где N – относительный объём селевой массы; C – объёмная концентрация твёрдой составляющей.

При влажности породы, близкой к полной влагоёмкости, а также в определённых геолого-геоморфологических условиях соотношение «исходный объём воды – объём селевой массы» может увеличиться на порядки в результате так называемого цепного селевого процесса [17].

Плотность селевой массы (наряду с минералогическим и гранулометрическим составами твёрдой составляющей) определяет её реологические свойства и, тем самым, оказывает большое влияние на кинематические и динамические характеристики селей.

К семидесятым годам 20 века господствовало представление о двух механизмах образования селевой массы. Считалось, что селевая масса образуется в результате:

- взаимодействия водного потока с рыхлообломочными породами;
- сдвига и разжижения водонасыщенных массивов рыхлообломочных пород.

Физическая интерпретация механизмов селеобразования, при которых сопротивление движению селевого потока обусловлено кулоновским трением или предельным напряжением сдвига селевой массы, проста: подготовительная стадия образования массива рыхлообломочных пород, поровое пространство которого, практически равномерно заполнено водой или коллоидным раствором, завершена. Для трансформации этого массива в селевую массу достаточно создать условия, при которых будет иметь место его деформация. Деформация начинается в процессе сдвига, когда сдвигающие силы превзойдут удерживающие. Разрушение структуры массива способствует росту сдвигающих сил и уменьшению удерживающих, при этом водогрунтовая масса обретает свойство текучести.

Если в сопротивлении движению селевого потока превалирует кулоновское трение, селевая масса образуется в результате разжижения водонасыщенных массивов рыхлообломочных пород, содержание коллоидных частиц в которых незначительно. Критические условия сдвига таких пород описаны в работах Р.А. Багнольда [22], Т. Такахаша [24, 25], Ю.Б. Виноградова [5], В.М. Лятхера и Н.Г. Квашилава [12], и других исследователей.

По Р.А. Багнольду, сдвиг рыхлообломочных пород происходит, когда угол наклона подстилающей поверхности превышает значение, определяемое уравнением

$$\operatorname{tg} \alpha \geq \frac{C_* (\rho_T - \rho_o) \cdot \operatorname{tg} \varphi}{C_* (\rho_T - \rho_o) + \rho_o}, \quad (2)$$

где C_* – объемная концентрация рыхлообломочных пород до момента сдвига; ρ_T – плотность рыхлообломочных пород; ρ_o – плотность воды; φ – угол естественного откоса.

Структура уравнения (2) свидетельствует о том, что в обсуждаемой модели все твердые частицы, находясь в воде, жестко контактируют между собой, а их перенос во взвешенном состоянии отсутствует.

Согласно Р.А. Багнольда [22], за угол естественного откоса, принималось значение, близкое к углу внутреннего трения. Т. Такахаша допускал, что $\operatorname{tg} \varphi$ может быть меньше угла естественного откоса, из этого следовал важный вывод о возможности превышения концентрации твердой составляющей в селевом потоке, нежели в селеформирующих грунтах.

Если водонасыщенный массив рыхлообломочных пород содержит пылевато-глинистые фракции в количестве, достаточном для образования свойства пластичности, процесс «созревания» происходит по схеме, подробно описанной в работе Г.М. Беручашвили и В.И. Кокориашвили [1].

В условиях преобладания вязкопластического сопротивления движению селевого потока, в предположении о том, что даже крупные обломки горных пород находятся в квазивзвешенном состоянии (кулоновское трение отсутствует), движение селевой массы происходит, как известно, при выполнении условия

$$H = \frac{\tau_o}{\rho g \sin \alpha}, \quad (3)$$

где H – мощность водонасыщенного массива рыхлообломочных пород; ρ – плотность водонасыщенных горных пород; g – ускорение сводного падения; α – угол наклона подстилающей поверхности; τ_o – предельное напряжение сдвига.

Важную роль в понимании процессов, связанных с формированием рельефа конусов выноса, образуемых отложением вязкопластических селевых масс на предгорной равнине [16, 21], играет то обстоятельство, что после остановки селевого потока на участке с малым уклоном глубина потока может увеличиться до значения, при котором (в соответствии с

уравнением (3)), движение селевого потока на относительно меньшем уклоне становится возможным.

При заполнении селехранилищ (образуемых глухими плотинами) вязкопластические свойства селевых масс, наряду с мощностью отложений, определяют уравнивающий уклон поверхности отложений, от которого в решающей мере зависит ёмкость селехранилищ [20].

Наиболее трудной для понимания оказалась природа формирования селей, образующихся в результате взаимодействия сосредоточенных водных потоков с рыхлообломочными породами, плотность которых приближается к плотности селеформирующих пород.

Впервые возможность образования грязекаменных потоков в результате трансформации водного потока в сель (в натуральных масштабах) была доказана в результате экспериментов по искусственному воспроизведению селей на Шамалганском полигоне в период 1972...1978 гг. [11].

В 1973 г. водный поток с максимальным расходом около $350 \text{ м}^3/\text{с}$, образовавшийся в результате прорыва гляциального озера на леднике Туюксу, трансформировался в грязекаменный сель с расходом $10 \text{ тыс. м}^3/\text{с}$, средняя плотность селевой массы оценена в $2390 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Однако и после этих селей природа образования селевой массы объяснялась насыщением порового пространства массива рыхлообломочных пород водой с последующим их сдвигом и разжижением [6]. По Ю.Б. Виноградову, транспортно-сдвиговый селевой процесс развивается при расходах воды и уклоне, превышающих критические значения; при этом «... порода ... приобретает возможность самостоятельного массового лавинного движения и, перемещаясь вместе с водой, перемешивается и, в конце концов, формирует селевую массу высокой плотности» [6].

Шамалганские эксперименты показали, что вибрации, создаваемые при движении селя, недостаточны для разрушения структуры руслообразующего грунта в мере, существенно увеличивающей скорость фильтрации, которая могла бы способствовать быстрому насыщению водой массивов рыхлообломочных пород до состояния, при котором можно ожидать их «... самостоятельного массового лавинного движения».

Результаты анализа явлений, наблюдавшихся во время проведения Шамалганских экспериментов (запечатлённых на киноплёнке), связанных с зарождением селей в процессе взаимодействия водных потоков с рыхлообломочными породами и движением селей в транзитной зоне (русло сформировано в прочных скальных породах), свидетельствуют:

– средние скорости движения жидкой и твёрдой составляющих селевой массы практически одинаковы; это доказывает, что твёрдая составляющая не транспортируется водой (смесью воды с относительно мелкими фракциями твёрдой составляющей), а перемещается за счёт собственной потенциальной энергии;

– практически все фракции твёрдой составляющей селевой массы перемещаются во взвешенном состоянии, условия для этого обеспечивает архимедова сила, увеличивающаяся по мере «вовлечения» всё более крупных фракций в состав «вмещающей среды», в которой находятся относительно крупные фракции; по мере увеличения плотности селевой массы и обретения ею вязкопластических свойств, они могут компенсировать уменьшение энергии, используемой потоком для взвешивания в процессе турбулентного и квазитурбулентного перемешивания.

Формирование селей в результате взаимодействия сосредоточенного водного потока с рыхлообломочными породами, способных к перемещению на относительно малых уклонах, теснейшим образом связано с противоборством двух сил: силы тяжести и взвешивающей силы. Под взвешиванием твердых частиц понимается процесс, при котором частицы теряют прямой контакт с руслом. Взвешивание частиц изменяет свойства селевой массы, увеличивая ее вязкость, предельное напряжение сдвига и плотность. Изменение плотности приводит к соответственному изменению влекущей и архимедовой сил, уменьшению гидравлической крупности частиц из-за увеличения степени стеснённости их падения, а увеличение вязкости и пластичности – к увеличению сил сопротивления движению потока и уменьшению гидравлической крупности твердых частиц.

Поскольку скорость падения крупных частиц значительно превышает значения поперечных пульсаций скорости селеформирующих водных потоков, перенос крупных частиц водными потоками во взвешенном состоянии не возможен. В КазНИГМИ была выдвинута гипотеза, в соответствии с которой крупные частицы в потоке (в начальной фазе образования селевой массы, когда концентрация твёрдой составляющей незначительна) перемещаются качением самостоятельно за счёт их потенциальной энергии. Эксперименты показали, что частицы, размерами более 200 мм, могут катиться в воздушной среде со скоростью, превышающей скорость продвижения фронта селевого потока, формирующегося в результате водного попуска в естественном селевом очаге с расходом около $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Эти данные позволяли считать эту гипотезу правдоподобной [10], в связи с

чем, при расчётах мощности, необходимой для взвешивания частиц, частицы с размерами более 200 мкм не принимались во внимание.

Движение водного потока в локальном селевом очаге, в силу его турбулентности, приводит к взвешиванию частиц, гидравлическая крупность которых меньше вертикальных составляющих скорости потока (более крупные частицы перемещаются путем сальтации и качения). Взвешивание частиц и придание им кинетической энергии сопровождается уменьшением энергии потока. Однако падение частиц приводит к увеличению последней, что в определённой мере компенсирует первоначальные потери. Ход процесса определяется тем, к чему привело взвешивание частиц. Если энергия, отдаваемая частицами, превышает энергию, затраченную потоком на вовлечение их в движение, а увеличение вязкости не привело к существенному росту сил сопротивления движению потока, энергия потока возрастает. Это приводит к дальнейшему росту концентрации твердых частиц в потоке, создавая условия для взвешивания частиц с большей гидравлической крупностью за счет увеличения вертикальных составляющих скорости, вязкости селевой массы и архимедовой силы. Насыщение потока твердой составляющей вследствие турбулентного перемешивания прекращается, когда увеличение концентрации твердых частиц, сопровождаемое ростом вязкости и деградацией турбулентности, приводит к установлению динамического равновесия в фазовом составе селевой массы.

До какой же степени возможно насыщение потока твердой составляющей в результате турбулентного взвешивания частиц? На этот вопрос невозможно ответить однозначно, поскольку решающую роль в описываемом процессе принадлежит минералогическому и гранулометрическому составам селеформирующих пород, расходу потока и характеристикам русла.

Считалось, что взаимодействие водного потока с рыхлообломочными породами не может приводить к образованию селевой массы, объёмная концентрация твёрдой составляющей в которой превышает 50 % (при плотности твёрдой составляющей 2650 кг/м^3 плотность селевой массы равна 1825 кг/м^3) из-за затухания турбулентного перемешивания в потоке.

Так, действительный член Академии наук Армянской ССР И.В. Егиазаров [8], ссылаясь на Р.А. Багнольда, писал: «При концентрации в 35 % турбулентные пульсации совершенно прекращаются. Дальнейшее увеличение концентрации приводит к «замораживанию», затору всей массы взвешенных наносов, примерно при 57 % по объёму». Известный гру-

зинский исследователь селей канд. техн. наук И.И. Херхеулидзе, базируясь на опытах Р.А. Багнольда, Г.Л. Фриша, Р. Симха и др., считал, что «... наиболее плотная упаковка, при которой еще может иметь место непрерывное движение» составляет 0,52. Примерно такого же мнения придерживался профессор М.С. Гагошидзе: «... селевой поток не может быть турбулентным при объемной концентрации свыше 35...40 % » [7].

Наиболее полно вопросы образования селевой массы при взаимодействии водных потоков с рыхлообломочными породами исследованы действительным членом Академии наук Грузинской ССР М.А. Мостковым. К рассмотрению механизмов формирования селевой массы М.А. Мостков подходил с энергетических позиций. Описывая движение селевых потоков второго рода (турбулентные сели), а под ними он понимал селевые потоки, в которых «... наблюдается отставание скорости движения твердого материала ...», М.А. Мостков считал, что «... вовлечение твердого материала ...» происходит «... как посредством качения по дну, так и путем взвешивания в потоке ...». Исследуя энергетические превращения, сопровождающие движение двухфазных селевых потоков, М.А. Мостков считал возможным ограничиться учетом затрат на:

- перемещение твердой составляющей путем скачкообразного движения и перекачивания;
- поддержание наносов во взвешенном состоянии;
- соударение камней, находящихся во взвешенном состоянии.

В результате анализа, проведенного им, было получено выражение, описывающее зависимость предельной объемной концентрации твердой составляющей в двухфазном селевом потоке от уклона русла:

$$C = \frac{1,21 \sin \alpha}{1 - 2 \sin \alpha}. \quad (4)$$

Важнейшим следствием упомянутой выше модели селеформирования являлась потенциальная возможность насыщения водного потока твердой составляющей (до предела текучести образующейся селевой массы) на уклонах, близких к 18° . Несмотря на то, что М.А. Мостков допускал возможность перехода «... от турбулентного селя к структурному (или ламинарному) ...» [14], а для последних в цитируемой работе не исключалась возможность движения на относительно малых уклонах, это положение не нашло отражения в полученных им уравнениях. Отметим, в частности, что функция, описываемая уравнением (4), монотонна.

Гравитационная теория движения взвешенных наносов члена-корреспондента Академии наук СССР М.А. Великанова распространялась ее автором лишь на потоки с относительно низкой концентрацией твердой составляющей: «... Согласно этой теории, 50 % концентрация определяется как возможный теоретический предел, при котором турбулентный поток в состоянии переносить во взвешенном состоянии твёрдые частицы путём одного лишь поперечного перемешивания жидких масс».

Указывая, что селевая масса «... состоит из воды с растворёнными в ней коллоидными глинистыми частицами, песка, гравия и крупных камней ...», М.А. Великанов считал, что «... активной частью селевой массы надо считать первую составляющую её – глинистый раствор. Концентрация глины в воде, а также относительный объём жидкой составляющей селевой массы определяют в основном динамические свойства селевого потока. Замечательно, что качественное изменение потока с изменением состава селевой массы происходит не непрерывно, а как бы скачком. Этот скачок происходит, когда концентрация близка к 50 % ...» [4].

Рассматривая вопросы кинематики наносонесущего потока, М.А. Великанов обращает внимание на «... одно весьма важное обстоятельство: выражение для вертикального переноса пропорционально произведению двух множителей C и $(1-C)$, а это произведение, как не трудно видеть, имеет максимум для $C = 0,5$. Мы имеем здесь теоретический предел для концентрации переносимых твёрдых частиц: мутность ни при каких условиях не может превышать значения 0,5 (считая, повторяем, в относительном объёме и в рыхлом теле). Это означает, что объём наносов, переносимых турбулентным потоком во взвешенном состоянии, не может превышать половины объёма всего потока (практически предел лежит несколько ниже, по-видимому, около 0,4...0,42). Если представить себе концентрацию наносов, по объёму, превышающую этот теоретический предел, то поток уже не будет в состоянии переносить их во взвешенном состоянии. Мы будем иметь уже не мутный поток, а «оплывину», т.е. полужидкое тело, движение которого подчиняется совсем иным зависимостям» [2].

Член-корреспондент Академии наук Армянской ССР Г.И. Тер-Степанян, анализируя данные о плотности селевой массы, обратил внимание на относительную редкость прохождения селей с плотностью, близкой к 1700 кг/м^3 [18]. Размышления о возможной природе этого явления позволили ему сформулировать гипотезу, согласно которой «... граничное значение объёмного веса (1700 кг/м^3) является некоторым порогом, к ко-

тому селевые массы приближаются с трудом, а пройдя его, приобретают новую способность обогащаться твёрдой составляющей, и, следовательно, от этого порога легко отдаляются». К сожалению, встав на точку зрения авторов, утверждавших, что при приближении плотности селевой массы к $1600...1700 \text{ кг/м}^3$, «... вследствие исчезновения эффекта турбулентности ...» потоки теряют способность к дальнейшему обогащению твёрдой фазой» [18], Г.И. Тер-Степанян пришёл к ошибочному выводу о наличии в процессе селеформирования «гидродинамической фазы развития» [18].

Результаты изучения реологических свойств суспензий и селевых масс, проведённых во второй половине 20 века, показали, что вязкость суспензий, твёрдая составляющая которых представлена однородными по размеру сферическими частицами, даже при их объёмной концентрации 50...60 %, ещё далека от значений, при которых турбулентный режим реальных потоков трансформируется в ламинарный. Ещё меньшее влияние на вязкость суспензий оказывает твёрдая составляющая при её полидисперсном составе [23].

Коренное изменение представлений о роли архимедовой силы, степени влияния концентрации и гранулометрического состава твёрдой составляющей на вязкость селевой массы позволило сделать вывод о главенствующей роли процесса перемещения частиц во взвешенном состоянии при формировании селей большой плотности в результате взаимодействия водных потоков с рыхлообломочными породами.

При переносе наносов во взвешенном состоянии, согласно гравитационной теории М.А. Великанова, единичный объём селевого потока располагает мощностью, определяемой выражением

$$N_n = \rho_c g v_n \sin \alpha, \quad (5)$$

где ρ_c – плотность селевой массы [$\rho_c = \rho_T C + \rho_o(1-C)$], ρ_T – плотность твёрдой составляющей селевой массы, ρ_o – плотность воды, C – объёмная концентрация твёрдой составляющей]; g – ускорение свободного падения; v_n – скорость потока; α – угол наклона русла.

Эта мощность затрачивается преимущественно на нагревание селевой массы в процессе молекулярного и атомарного трения, соударение частиц твёрдой составляющей, истирание и дробления твёрдых частиц в составе селевой массы и пород, вмещающих русло, генерацию звуковых и сейсмических волн, перенос частиц во взвешенном и влекомом состояниях и т.д. В связи с этим теоретическое решение задачи определения коэффициента полезного действия потока, как взвесенесущего механизма, далеко

от завершения и наиболее приемлемой считается его оценка по данным об условиях формирования, движения и остановки селей, а также частичного распада селевой массы.

Если η_l – коэффициент полезного действия потока (как взвешенно-сущего механизма), то мощность, которой располагает единичный объем потока на взвешивание (при движении в турбулентном режиме) определяется по формуле

$$N_{н.взв} = \eta_l \rho_c g v_{н.турб} \sin \alpha, \quad (6)$$

где ρ_c – плотность селевой массы; $v_{н.турб}$ – скорость движения потока (при турбулентном режиме) $v_{н.турб} = k(H \sin \alpha)^{0,5}$; k – коэффициент Шези; H – глубина потока.

При больших концентрациях твёрдой составляющей вязкость селевых масс достигает значений, при которых, по формальным признакам (числам Рейнольдса), режим течения может характеризоваться ламинарным. Как известно, ламинарный режим течения исключает возможность перемешивания селевой массы и, следовательно, в отсутствие у неё свойства пластичности неизбежен распад селевой массы и затухание селевого процесса. Однако в природных условиях это может и не происходить. Затухание турбулентного перемешивания, обусловленного (по классическим представлениям) суперпозицией различных по размерам вихрей, может компенсироваться перемешиванием, вызываемым так называемыми вторичными течениями. Вторичные течения образуются в результате взаимодействия потоков с руслами, имеющими различные формы и размеры, и являющегося отличительным признаком естественных потоков от изучаемых в технической гидравлике схематизированных призматических потоков. Наличие у русел изгибов приводит к формированию устойчивой поперечной циркуляции, а перегибов – к образованию перекатов, скоростное поле которых имеет сравнительно беспорядочный характер «... в самом общем виде вторичные течения могут быть или поступательными, направленными круто или полого к главному течению, или вращательными с горизонтальной или вертикальной осью, могут также представлять собой застойные местные вращения, а могут, вращаясь, перемещаться вниз по течению» [3]. Часть энергии таких «квазиламинарных» потоков может использоваться для поддержания частиц горных пород во взвешенном состоянии.

Наблюдения за мощными грязекаменными потоками показали, что при их движении в руслах, имеющих изгибы и перегибы, в результате де-

формации потоков и действия инерционных сил объёма порового пространства между крупными фракциями твёрдой составляющей непрерывно изменяются. Это приводит к «перекачиванию» среды, занимающей поровое пространство, из одного объёма в другой, сопровождающееся перемешиванием этой среды. Подтверждением сказанному является вылет из потока обломков горных пород со скоростями единицы и даже десятки метров в секунду при прохождении селя 1973 г. в бассейне р. Киши Алматы и искусственно создававшихся селей в 1972...1980 гг. в бассейне р. Шамалган.

Если η_2 – коэффициент полезного действия потока (как взвешивающего механизма), то мощность, которой располагает единичный объём потока на взвешивание (в квазиламинарном режиме) определяется по формуле

$$N_{\text{взв}} = \eta_2 \rho_c g v_{\text{н.лам}} \sin \alpha, \quad (7)$$

где $v_{\text{н.лам}} = \frac{\rho_c g H^2 \sin \alpha}{3\mu}$ – скорость потока в ламинарном режиме; μ – динамическая вязкость селевой массы.

По М.А. Великанову, мощность, которую необходимо затрачивать на взвешивание твёрдой составляющей в единичном объёме, в монографии, опубликованной в 1948 г. [2] определяется как

$$N_{\text{взв}} = g(\rho_T - \rho_o) \cdot \omega_o C(1 - C), \quad (8)$$

где ω_o – гидравлическая крупность частицы, а в монографии, опубликованной в 1964 г. [3], определяется по формуле

$$N_{\text{взв}} = g(\rho_T - \rho_o) \cdot \omega_o C. \quad (9)$$

Приравнивая мощность, которую необходимо затрачивать на взвешивание твёрдых частиц (в монографии 1948 г., более соответствующей современным представлениям), мощности, которой располагает на взвешивание поток, получим выражение, описывающее зависимость концентрации твёрдой составляющей в селевой массе от угла наклона русла при постоянных значениях глубины потока и коэффициенте полезного действия потока (режим турбулентный).

$$\sin \alpha = \left\{ \frac{(\rho_T - \rho_o) \cdot \omega_o C(1 - C)}{\eta_1 [\rho_T C + \rho_o(1 - C)] k H^{0.5}} \right\}^{0.67}. \quad (10)$$

На рис. 1 приведены результаты расчёта зависимости концентрации твёрдой составляющей в селевой массе (твёрдая составляющая представлена однородными по размеру сферическими частицами) от уклона

русла при принятии гипотезы М.А. Великанова, в соответствии с которой «... 50 % концентрация определяется как возможный теоретический предел, при котором турбулентный поток в состоянии перемешивания жидких масс ... практически предел лежит несколько ниже, по-видимому, около 0,4...0,42» [2]. Нетрудно видеть, что приведённая зависимость однозначна: относительно плотный поток, образовавшийся на определённом уклоне, оказавшись на относительно меньшем уклоне должен трансформироваться (из-за недостатка энергии) таким образом, чтобы его плотность уменьшилась в соответствии с уменьшением уклона.

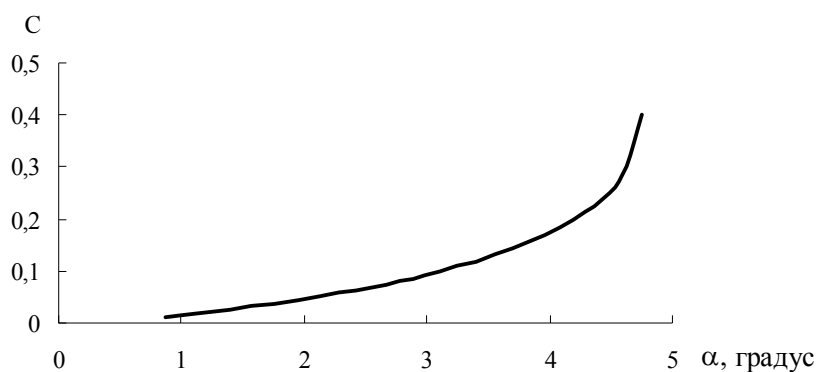


Рис. 1. Зависимость концентрации твердой составляющей в селевой массе от уклона русла (по М.А. Великанову) при $\eta = 0,07$; $\omega_o = 0,1$ м/с; $H = 2$ м.

Результаты экспериментальных исследований, выполненных во второй половине 20 века, свидетельствовали об ошибочности существовавших ранее представлений о характере влияния концентрации твёрдой составляющей суспензий на их вязкость даже при монодисперсном составе твёрдой составляющей [19]. По Т.С. Чонгу, при 50 % объёмной концентрации твёрдых частиц в суспензии вязкость увеличивается в 12,2 раза по сравнению с вязкостью жидкой составляющей, т.е. вязкость суспензии, образованной смешением воды (температура 5 °С) с твёрдыми частицами ($C = 50$ %) будет равна 0,018 Нс/м². Вязкость такой смеси в 390 раз меньше (при той же температуре) вязкости глицерина, а число Рейнольдса для потока глубиной 1 м и текущего на уклоне 0,05 (около 3°), близко к $5 \cdot 10^5$. При таких числах Рейнольдса режим течения носит турбулентный характер, обеспечивающий перемешивание массы потока и, следовательно, ограничение области применимости гравитационной теории, наложенное ее автором (М.А. Великановым), не правомерно.

Ошибочные представления о характере зависимости гидравлической крупности частиц от степени стеснённости падения частиц, недоучёт того обстоятельства, что относительно крупные частицы находятся не в воде, а в «тяжёлой» жидкости, представленной смесью воды и относительно мелкими частицами. Недооценка роли вязкопластических свойств селевых масс при определении гидравлической крупности частиц и влияния полидисперсности селеформирующих пород на вязкопластические свойства селевых масс и их предельно возможную плотность стали причиной того, что большинство исследователей в 20 веке плотные селевые потоки относили к связным (структурным) потокам, а их движение «... уже выходит за пределы тех движений, которые изучают в гидродинамике. Здесь мы наблюдаем как бы переход к «оплывине», в которой твёрдые составные части передают количество движения друг другу непосредственно ...» [4].

По данным Б.В. Кизевальтера [9], скорость стеснённого падения частиц определяется по формуле

$$\omega_{cm} = \omega_o(1 - C)^j, \quad (11)$$

где j , в зависимости от числа Рейнольдса (применительно к падению частиц), изменяется в пределах 2,39...4,65.

В простейшем случае, когда твёрдые частицы перемещаются во взвешенном состоянии, имеют форму шара, одинаковые размеры и плотность, селевая масса не обладает свойством пластичности, при турбулентном режиме падения частиц и движения потока, зависимость концентрации твёрдой составляющей в селевой массе от уклона русла (Z -функция) описывается уравнением

$$\sin \alpha = \left\{ \frac{(\rho_T - \rho_o) \cdot \omega_o C(1 - C)^{2,39}}{\eta_1 [\rho_T C + \rho_o(1 - C)] kH^{0,5}} \right\}^{0,67}. \quad (12)$$

Зависимость концентрации твёрдой составляющей в селевой массе от уклона русла (при ламинарном режиме падения частиц и турбулентном движении потока) (Z -функция) описывается уравнением

$$\sin \alpha = \left\{ \frac{(\rho_T - \rho_o) \cdot \omega_o C(1 - C)^{4,65}}{\eta_2 [\rho_T C + \rho_o(1 - C)] kH^{0,5}} \right\}^{0,67}. \quad (13)$$

Зависимость концентрации твёрдой составляющей в селевой массе от уклона русла (при ламинарном режиме движения потока и частиц) (Z -функция) описывается уравнением

$$\sin \alpha = \left\{ \frac{3\mu(\rho_T - \rho_o) \cdot \omega_o C(1-C)^{4,65}}{\eta_2[\rho_T C + \rho_o(1-C)]gH^2} \right\}^{0,5}. \quad (14)$$

Анализ приведённых выше математических моделей показал, что концентрация твёрдой составляющей в селевой массе в решающей мере определяется уклоном русла, гранулометрическим и минералогическим составами рыхлообломочных пород, принимающих участие в селеобразовании, глубиной потока. При малых глубинах потоков (менее 1 см) и размерах твёрдых частиц, превышающих 1 мм, зависимость между плотностью селевой массы и минимальным уклоном, на котором поток может существовать без частичного распада и остановки, носит однозначный характер. С увеличением уклона плотность селевой массы возрастает. Из сказанного следует: плотность селевой массы потока, образовавшегося на относительно большом уклоне, при попадании его на участок русла с меньшим уклоном должна уменьшиться либо поток должен остановиться. В такой ситуации (при сохранении всех других параметров неизменными) рассматриваемая функция имеет тот же вид, что и зависимость между уклоном русла и максимальной плотностью селевой массы.

При значениях глубины потока, представляющих практический интерес, и размерах частиц, типичных для селеформирующих горных пород, Z-функция становится не однозначной: в широком диапазоне уклонов русла одному и тому же значению уклона соответствует три значения плотности селевой массы: два устойчивых и одно неустойчивое значение.

Если гранулометрический состав селеформирующих пород представлен несколькими фракциями, то мощность, необходимая для взвешивания различных по размеру частиц, определялась М.А. Великановым [2] по формуле

$$N_{\text{взв}} = g \sum_{i=1}^n (\rho_T - \rho_o) \cdot \omega_i C_i (1 - C_i), \quad (15)$$

где C_i – концентрация i -ой фракции, определяемая как произведение концентрации твёрдых частиц (C), умноженной на долю содержания этой фракции в полном гранулометрическом составе.

С учётом современных представлений о зависимости скорости стеснённого падения частиц от их концентрации и увеличения архимедовой силы, обусловленных полидисперсным составом частиц твёрдой составляющей, уравнение (15) принимает вид

$$N_{\text{эсб}} = g \sum_{i=1}^n (\rho_T - \rho_{s(i-1)}) \cdot \omega_i C_i (1 - C_i)^k, \quad (16)$$

где $\rho_{s(i-1)}$ – плотность среды, включающая воду и все фракции, меньшие i -ой; ω_i – средняя гидравлическая крупность i -ого интервала фракций.

В условиях турбулентного течения потока

$$\sin \alpha = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n (\rho_T - \rho_{s(i-1)}) \cdot \omega_i C_i (1 - C_i)^k}{\eta_1 [\rho_T C + \rho_o (1 - C)] k H^{0,5}} \right\}^{0,67}. \quad (17)$$

В условиях квазиламинарного течения потока

$$\sin \alpha = \left\{ \frac{3\mu \sum_{i=1}^n (\rho_T - \rho_{s(i-1)}) \cdot \omega_i C_i (1 - C_i)^k}{\eta_2 [\rho_T C + \rho_o (1 - C)]^2 g H^2} \right\}^{0,5}. \quad (18)$$

Проверка теоретических положений о характере зависимости концентрации твёрдой составляющей в селевой массе от уклона русла (Z -функция) осуществлялась на примере селеформирования в пустыне Жаманкум и селях, формирующихся на северном склоне Иле Алатау (Северный Тянь-Шань).

Целесообразность привлечения характеристик песка пустыни Жаманкум для верификации модели состояния селевого потока обусловлена относительной однородностью размеров частиц: среднее содержание частиц менее 0,1 мм – 11,3 %, а более 0,5 мм – 2,3 %, и тем обстоятельством, что в ходе селевого процесса, вызванного опорожнением накопителя сточных вод, объём которых составлял около 36 млн. м³, было вынесено 36,5 млн. м³ песка. Причём поток перемещался (на уклоне, близком к 0,5°) десятки километров. Содержание глинистых частиц в песках Жаманкум настолько мало, что при концентрации твёрдой составляющей в селевой массе, близкой к таковой на пределе текучести, селевая масса практически не обладает свойством пластичности. Следовательно, частицы песка перемещались на малых уклонах во взвешенном состоянии, обусловленном перемешиванием. Объяснить такой феномен с позиций теории транспорта наносов водными потоками невозможно.

При расчётах гранулометрический состав состоял из двух фракций: 0...0,1 мм и 0,1...0,5 мм, глубина потока принималась равной 2 м,

коэффициент полезного действия потока, как взвесенесущего механизма, принимался равным 7 %.

Кривая состояния селевой массы, показанная на рис. 2, получена путём «склейки» кривых OAB и BC , рассчитанных по формулам (17) и (18). В точке «склейки» кривые разнонаправлены. Скачкообразное изменение режима течения потока вряд ли может найти физическое объяснение. В связи с этим, склейка осуществлена точками так, как это показано на рис. 2, что не противоречит данным наблюдений за прохождением селя по руслу и пойме р. Каскелен вплоть до водохранилища Капчагай, а также физической сути уравнений состояния селевых масс. Важнейшей особенностью обсуждаемой функции является ее неоднозначность. В широком диапазоне изменения плотности селевой массы одному и тому же значению уклона русла соответствует три значения плотности.

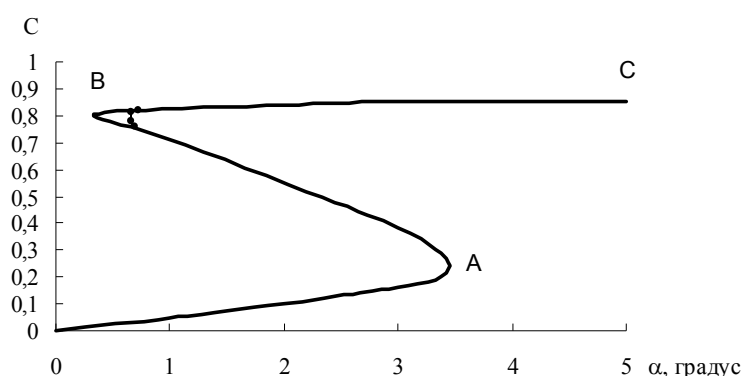


Рис. 2. Кривая состояния селевой массы (гранулометрический состав песков пустыни Жаманкум) при глубине селевого потока 2 м.

На рис. 3 приведена кривая состояния селевой массы, рассчитанная с использованием гранулометрического состава пород бассейна р. Киши Алматы, при глубине селевого потока 2 м. Отрезок OAB построен с использованием формулы (17), а BC – по данным о предельном напряжении сдвига селевой массы, полученным в результате анализа следов прохождения селя 1921 г. по территории г. Алма-Аты, и данным экспериментального определения величин предельного напряжения сдвига селевых масс, типичных для селей северного склона Иле Алатау.

Рис. 2 и 3 иллюстрируют, что кривые состояния обретают отрицательный наклон уже при объёмной концентрации твёрдых составляющих селевых масс менее 0,3, т.е. задолго до трансформации турбулентного режима движения потоков в квазиламинарный.

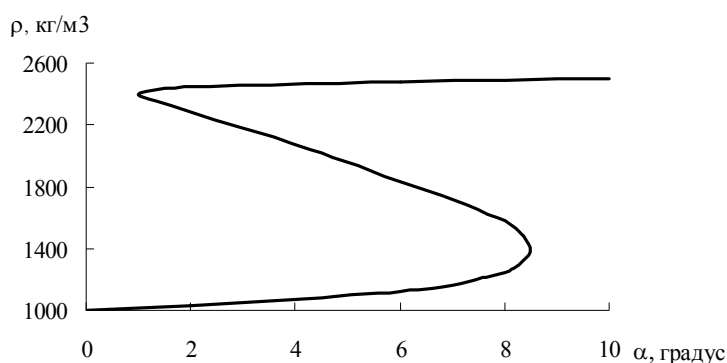


Рис. 3. Кривая состояния селевой массы (гранулометрический состав селеформирующих пород бассейна р. Киши Алматы) при глубине селевого потока 2 м.

Сравнение кривых, приведенных на рис. 2 и 3, показывает, что при превышении критического значения содержания твёрдой составляющей в селевой массе затраты энергии на поддержание твёрдой составляющей во взвешенном состоянии не только не увеличиваются, но даже уменьшаются. Углы наклона русла, при которых происходят эти события, также различны и определяются минералогическим и гранулометрическим составами твёрдой (в том числе формой частиц) составляющей селевой массы и глубиной потока.

Не безынтересен и тот факт, что максимальный угол наклона селевого очага, в котором образовался катастрофический сель после прорыва моренного озера в бассейне р. Сарыкан (Жетысу Алатау) в 1988 г., был близок к 11° , а максимальные размеры глыб приближались к 10 м.

Поддержанию частиц во взвешенном состоянии способствует наличие у большинства селевых масс свойства пластичности, благодаря которому часть (а при большой плотности и 100 %) фракций может находиться в квазивзвешенном состоянии, что уменьшает (исключает) затраты мощности, необходимой для поддержания частиц во взвешенном состоянии. Мощность, необходимая для поддержания частиц во взвешенном состоянии, с учётом влияния пластичности, определяется по формуле

$$N_{\text{взв}} = g \sum_{j=1}^m (\rho_T - \rho_{s(j-1)}) C_j (1 - C_j)^k \omega_{j\tau}, \quad (19)$$

где $\rho_{s(j-1)}$ – плотность суспензии, включающая воду и все частицы в интервале от 1 до (1-j); $\omega_{j\tau}$ – гидравлическая крупность частиц с учётом влияния пластичности сред, в которых они находятся.

Наличие отрицательного наклона у Z-функций позволило теоретически обосновать неизвестное ранее природное явление – явление скачкообразного увеличения плотности селевой массы при превышении уклоном русла критического значения для заданных значений характеристик русла и потока, а также гранулометрического и минералогического составов твёрдой составляющей селевой массы [15].

На рис. 4 приведена Ξ -функция, отражающая зависимость максимально возможных значений плотности селевой массы (при заданных значениях глубины потока и реологических характеристик селевой массы) от уклона русла. Эта кривая получена по данным, приведённым на рис. 3. Из анализа рис. 4 следует, что при превышении (на бесконечно малую величину) уклона русла значения, соответствующего уклону, на котором (см. рис. 3) Z-функции обретает отрицательный наклон, значение плотности увеличивается на конечную величину (функция претерпевает разрыв).

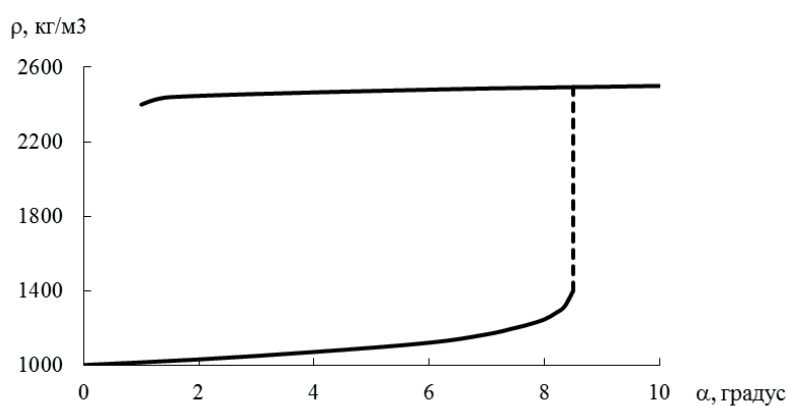


Рис. 4. Зависимость предельно возможной плотности селевой массы (гранулометрический и минералогический составы селеформирующих пород бассейна р. Киши Алматы) от уклона русла при глубине потока 2 м.

С физической точки зрения это означает, что при бесконечно малом (относительно угла $\alpha_{кр}$) увеличении угла наклона русла селевой поток приобретает энергетическую возможность (за конечное время, на конечной длине русла) увеличения плотности селевой массы на конечную величину. Рис. 4 иллюстрирует, что если при угле $\alpha_{кр}$ плотность селевой массы была равна 1350...1370 кг/м³, то при увеличении угла наклона на бесконечно малую величину плотность достигнет (через какое-то конечное время, при наличии рыхлообломочных пород в русле, после продвижения селея на какую-то длину) – станет близкой к предельно возможной (около

2500 кг/м³ – для гранулометрического состава селеформирующих грунтов северного склона Иле Алатау).

На кривой равновесных состояний, имеющей участок с отрицательным наклоном (рис. 5), ветви 1 и 2 представляют собой аттракторы – совокупность точек устойчивого равновесия и совпадают с Ξ -функцией. Ветвь 3 – геометрическое место точек, обозначающих неустойчивое равновесие селевой массы.

Таким образом, Z-функция делит фазовую плоскость (ρ , α) на область распада и область набора, что позволяет прогнозировать эволюцию селевого потока.

Результаты вычислений по описанной выше модели хорошо согласуются с данными наблюдений за прохождением селей в различных физико-географических районах и позволяют осуществлять количественную интерпретацию тех особенностей селевых процессов, которые не находили даже качественного объяснения в рамках общепринятых представлений о селевых явлениях.

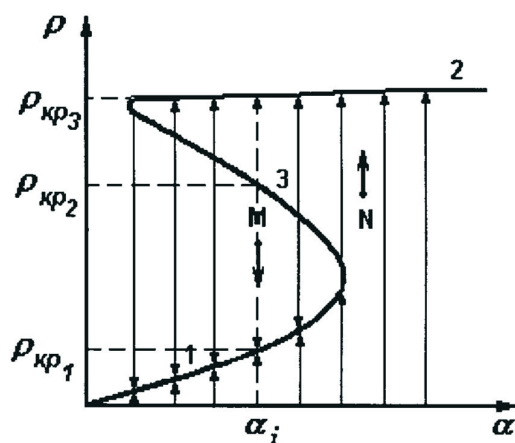


Рис. 5. Кривая равновесных состояний в одномерном фазовом пространстве.

Теория существования селевой массы является ключевым элементом при прогнозе трансформации селевых процессов, поскольку позволяет определять направление эволюции селевого процесса (возможность увеличения или уменьшения плотности селевой массы при изменении морфометрических характеристик пути движения селя) по данным о текущих характеристиках селевого процесса (глубина потока, плотность и реологические характеристики селевой массы, гранулометрический состав её твёрдой составляющей).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беручашвили Г.М., Кокориашвили В.И. Некоторые результаты исследования селевых потоков // Труды КазНИГМИ. – 1969. – Вып. 33. – С. 42–62.
2. Великанов М.А. Гидрология суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 530 с.
3. Великанов М.А. Гидрология суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 403 с.
4. Великанов М.А. Современные представления о динамической структуре селевого потока // Вопросы геологии Азии. Т.2. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – С. 397-403.
5. Виноградов Ю.Б. Сдвиговый селевой процесс и возникновение очагов // Селевые потоки. – 1989. – №2. – С. 27-39.
6. Виноградов Ю.Б. Транспортный и транспортно-сдвиговый процессы // Селевые потоки. – 1980. – №4. – С. 3-19.
7. Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1970. – 386 с.
8. Егиазаров И.В. Обмен опытом гидравлических исследований лабораторий за рубежом // Труды III Всесоюзного гидрологического съезда. – Т.5. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – С. 255-262.
9. Кизевальтер Б.В. Теоретические основы гравитационных процессов обогащения. – М.: Недра, 1979. – 296 с.
10. Киренская Т.Л. О критических условиях возникновения эрозионно-сдвигового селевого процесса // Селевые потоки. – 1988. – №10. – С. 31-35.
11. Киренская Т.Л., Степанов Б.С., Хонин Р.В. Селевой поток в бассейне р. Большая Алматинка 19 августа 1975 г. // Селевые потоки. – М.: Гидрометеиздат, 1977. – №2. – С. 115-119.
12. Лятхер В.М., Квашилава Н.Г. Механическая модель возникновения селей // Водные ресурсы, 1982. – №3. – С. 96-108.
13. Материалы IV Всесоюзной конференции по селевым потокам / Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1959 – 231 с.
14. Мостков М.А. Очерк теории руслового потока. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 224 с.
15. Степанов Б.С. Явление скачкообразного изменения плотности селевых потоков. Заявка на открытие // Селевые потоки. – 1992. – №12. – С. 141-172.
16. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Особенности формирования конусов выноса северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 1995. – №3. – С. 18-28.

17. Степанова Т.С. Цепной селевой процесс и образование очагов // Селевые потоки. – 1989. – №11. – С. 43-48.
18. Тер-Степанян Г.И. О критерии перехода несвязных селей потоков в связанные сели // Селевые потоки и горные русловые процессы. Сб. докл. на X Всесоюзной селевой конференции. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1968. – С. 339-340.
19. Хаппель Дж., Бреннер Г. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса. – М.: Мир, 1976. – 630 с.
20. Яфязова Р.К. К определению уравнильного уклона отложений селей в селехранилищах // Вестник КазАТК. – Алматы, 2008. – №5 (54). – С. 10-14.
21. Яфязова Р.К. Объем конуса выноса как показатель селевой активности // Гидрометеорология и экология. – 2002. – №2. – С. 90-99.
22. Bagnold R.A. Experiments on a gravity-free dispersion of large solid spheres in Newtonian Fluid under shear // Proc. Royal Society of London. – London, 1954. – Vol. 225 – A, Aug. – P. 50-63.
23. Farris R.T. Prediction of the viscosity of multimodal suspensions from unimodal viscosity data // Trans Soc. Rheol. – 1968. – Vol. 12. – P. 81-301.
24. Takahashi T. Debris Flow // Ann, Rev. Fluid Mech. – 1981. – Vol. 13. – P. 57-77.
25. Takakashi T. Mechanical characteristics of debris flow // Proc. of ASCE. – 1978. Vol. 104 HY 8. – P. 1153-1169.

Поступила 28.06.2013

Геогр. ғылымд. докторы Б.С. Степанов

БАТПАҚТЫ ТАС СЕЛДЕРДІҢ ТАБИҒАТЫ

Жалпы түсінік бойынша, сел салмағының тығыздығы арна еңістігімен анықталады. М.А. Великановтың гравитациялық теориясының дамуы, тәжірибе жүзінде арна еңісінің бір мағынасына екі тұрақты және бір тұрақсыз сел салмағының тығыздығына сәйкес келетінін анықтауға мүмкіндік берді. Осы жағдай табиғатта таныс емес құбылысты ашып берді – арна еңісі өлшемдік мағынасынан асқанда сел салмағының тығыздығы секірмелі түрде өзгереді.

УДК 551.583

Канд. физ.-мат. наук

А.А. Воронцов *

Канд. техн. наук

С.Р. Степаненко *

**ОСНОВЫ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДНО-
ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОТКОПЕРИОДНЫХ И
ДОЛГОПЕРИОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В
КАСПИЙСКОМ МОРЕ**

*ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ, КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, МЕТОД, СИНЕР-
ГЕТИКА, КОРОТКОПЕРИОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ, ДОЛГОПЕРИ-
ОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ*

*Приведен метод определения статистических характери-
стик короткопериодных и долгопериодных колебаний температу-
ры воды Каспия по данным наблюдений на ГМС за период
1977...2010 годы, основанный на принципах синергетики. Показано
практическое использование этого метода.*

Существует много практических задач для любого региона, в т.ч. и Каспийского, для решения которых необходимо и достаточно знать характеристики гидрометеорологического режима. Применение статистических методов предполагает наличие статистической совокупности невязаных между собой физических объектов (людей, животных, исторических событий и т.п.).

Важнейшим свойством статистической совокупности является дискретность ее свойств – данный элемент с заданным свойством может быть, но может и не быть. Ясно, что применение статистических методов к описанию непрерывных во времени процессов (температуры воды, воздуха, и т.п.) требует специальной предварительной обработки, приводящей непрерывный процесс в дискретную совокупность. Необходимость этого многократно отмечалось во многих фундаментальных работах по применению статистических методов в гидрометеорологии [1, 5], однако проблема адекватного применения статистических методов к непрерывным процессам до сих пор не имеет удовлетворительного решения. Применение методов спектрального анализа и вейвлет-анализа, на первый

* ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», г. Обнинск, РФ

взгляд позволяет разложить сложное колебание (временной ряд наблюдений) на сумму простых колебаний. Однако эти методы предполагают, что наблюдаемый процесс является суперпозицией, суммой простых независимых колебаний, что возможно лишь в том случае, если процесс является равновесным и протекает в однородной среде. Климатическая система, как известно, является неоднородной и неравновесной, поэтому методы спектрального анализа имеет смысл применять лишь в ограниченных случаях, на этапе получения предварительных оценок.

Цель настоящей статьи – изложить метод определения статистических характеристик короткопериодных и долгопериодных колебаний температуры поверхностного слоя Каспийского моря по данным четырех срочных наблюдений за период 1977...2010 гг., основанный на принципах синергетики.

Постановка задачи

Пусть мы имеем временной ряд температуры воды $U(t)$, t – время, который является нелинейной композицией «элементарных» колебаний: внутрисуточных $U_m(t)$ колебаний, колебаний синоптического масштаба $U_s(t)$, годового хода $U_g(t)$ и межгодовых колебаний $U_k(t)$. Многочисленные исследования результатов наблюдений показывают, что колебания $U_m(t)$ зависят $U_s(t)$ и $U_g(t)$, колебания $U_s(t)$ зависят от $U_g(t)$, а параметры функции $U_g(t)$ зависят от $U_k(t)$. Можно также говорить о том, что колебания параметров годового хода во времени и есть функция $U_k(t)$.

Задача состоит в том, чтобы по временному ряду $U(t)$ определить:

- 1) параметры функций распределения вероятностей внутрисуточных колебаний,
- 2) внутригодовые колебания (колебания синоптического масштаба) и функции распределения вероятностей их продолжительности и амплитуды колебаний,
- 3) параметры годового хода, как непрерывный процесс во времени,
- 4) флуктуации параметров годового хода и их функции распределения вероятностей.

В связи с нелинейным характером колебаний любая характеристика физического состояния моря оказывается нестационарной случайной функцией [2]. Принято считать, что «исчерпывающей характеристикой

нестационарного случайного процесса является бесконечномерный закон распределения ансамбля реализаций. Из-за большой мерности этих характеристик и невозможности их достоверного оценивания по натурным данным они не используются в прикладных целях» [8]. Поэтому в качестве основных вероятностных характеристик нестационарных процессов используются математическое ожидание, дисперсия и корреляционные функции. У океанолога, как правило, имеется одна единственная реализация случайного процесса ограниченной продолжительности. Поэтому приходится постулировать справедливость эргодической гипотезы (осреднение по времени эквивалентно осреднению по реализациям) [8].

Принятие гипотезы об эргодичности процесса означает, что временной ряд протекает во времени однородно, случайная функция является стационарной [3]. Это допущение заведомо противоречит нелинейному характеру взаимосвязи «элементарных» процессов, это, во-первых. Во-вторых, каждая реализация случайного процесса по определению [3] является обычной, неслучайной, функцией. Случайность проявляется лишь в том, что невозможно заранее сказать, какой будет функция в следующем опыте. Следовательно, гипотеза эргодичности, по существу, противоречит самому определению случайной функции. Для определения статистических характеристик процесса необходимо иметь ансамбль реализаций, а не одну реализацию. Определение реализаций случайного процесса не может быть задачей математического метода. Эту задачу необходимо решать в рамках конкретной предметной области. По этим причинам в настоящей статье используется принципиально иной подход к определению вероятностных характеристик режима колебаний температуры воды.

Принципиальное отличие состоит, во-первых, в том, что каждому нестационарному процессу ставится в соответствие не один, а несколько ансамблей реализаций, каждый из которых соответствует определенному масштабу колебаний. Во-вторых, в предлагаемом методе используется принцип синергетики (фундаментальный закон) подобия реализаций физически однородного процесса, в частности реализаций годового хода.

Решение задачи

Определение параметров годового хода и флуктуаций климата.

Предположим, что регулярная составляющая суточных колебаний отсутствует (или ею можно пренебречь по сравнению с другими колебаниями). Мы утверждаем, что при одной и той же истории потока солнечной ради-

ации на внешней границе атмосферы, временной ряд $U(t)$ можно записать в виде:

$$U(t) = a(t) + b(t)U_g(\xi) + U_s(t), \quad (1)$$

где $U_g(\xi)$ – циклическая функция, которая представляет стационарный годовой ход, не зависящий от времени t (инвариант), ξ – номер дня в году.

Изменение параметров годового хода $a(t)$, $b(t)$ представляют нерегулярные колебания с периодом больше одного года, которые иногда называют флуктуациями климата [4].

Функция $U_s(t)$ есть сумма колебаний синоптического масштаба ($\ll 1$ года) и мезомасштабных колебаний, обусловленных пространственно-временной неоднородностью синоптических процессов. Таким образом, наша задача состоит в том, чтобы временной ряд эмпирических значений представить в виде суммы трех колебаний, из которых только одно колебание (годовой ход) является строго периодическим.

Если период наблюдений много больше характерного периода T_{ab} колебаний параметров $a(t)$, $b(t)$, то в качестве функции $U_g(\xi)$ можно использовать эмпирические значения многолетнего годового хода $\bar{u}(\xi)$, который, по определению является стационарной циклической функцией.

Поскольку период колебаний $a(t)$, $b(t)$ больше года, то эти параметры можно аппроксимировать гармоническими функциями

$$a(t) = a_0 + a_1 \sin(\varphi_1 + \omega_1 t), \quad b(t) = 1 + b_1 \sin(\varphi_2 + \omega_2 t). \quad (2)$$

Чем больше период T_{ab} , тем более будет справедливой аппроксимация (2), но, при необходимости параметры можно представить в виде суммы двух гармоник или заменить их другой периодической функцией (например, функцией Бесселя). Значения ω_1 , ω_2 , по-видимому, можно положить равными. Тогда временной ряд $U(t)$ можно представить в виде $U(t) = a_0 + a_{11} \sin(\omega_1 t) + a_{12} \cos(\omega_1 t) + [b_{11} \sin(\omega_2 t) + b_{12} \cos(\omega_2 t)] \cdot \bar{u}(\xi) + c_1 \bar{u}(\xi) + U_s(t)$, (3) где неизвестные параметры a_0, a_{11}, \dots можно определить по методу наименьших квадратов, после чего легко перейти к выражениям (2), т.е. найти колебания среднегодовых значений и амплитуды годового хода.

Определение параметров синоптических и мезомасштабных колебаний. Установление зависимости параметров годового хода от не-

прерывного времени t является важным и для разработки эмпирических методов прогноза этих параметров, и для их физической интерпретации.

Отклонения от годового (ряд $U_s(t)$) можно представить в виде кусочно-непрерывной знакопеременной последовательности фаз потепления и похолодания

$$S(t) = \begin{cases} \psi(\vec{a}_1, t) + u_{mk}(t), & \text{при } t_{k-1} < t < t_k, \text{ фаза потепления,} \\ \psi(\vec{a}_2, t) + u_{mk}(t), & \text{при } t_k < t < t_{k+1}, \text{ фаза похолодания} \end{cases}, \quad (4)$$

где функция ψ и векторы параметров \vec{a}_1, \vec{a}_2 определяют закономерную составляющую синоптических колебаний, u_{mk} – мезомасштабные флуктуации.

В [7] показано, что широкие возможности для моделирования колебательных процессов дает логистическая функция

$$\psi(t) = a + \frac{b}{1 + c \cdot \exp(kt)}, \quad (5)$$

которая в зависимости от знака k возрастает или убывает во времени.

Начальное приближение параметров логистической функции (5) можно найти следующим образом. По ряду $\psi(t)$ найдем знакопеременную последовательность локальных экстремумов $S \downarrow(L), S \uparrow(L+1), L=1, N$ удовлетворяющих условиям

$$|S \downarrow(L) - S \uparrow(L+1)| > \Delta_{kr}, |S \uparrow(L+1) - S \downarrow(L+2)| > \Delta_{kr}, \Delta_{kr} > 0. \quad (6)$$

Разность $\Delta^+ = S \downarrow(L) - S \uparrow(L+1)$ соответствует продолжительности Δt^+ относительного потепления, а разность $\Delta^- = S \uparrow(L+1) - S \downarrow(L+2)$ – продолжительности Δt^- относительного похолодания температуры воды. Если есть необходимость описания по времени интенсивности процесса потепления и похолодания, то значения $S \uparrow(L+1), S \downarrow(L+2)$ можно принять в качестве начального приближения асимптот. Если такой необходимости нет, т.е. достаточно получить статистику продолжительности и амплитуды потеплений и похолоданий, то можно ограничиться получением ряда $S \downarrow(L), S \uparrow(L+1), L=1, N$.

Последовательность парных событий $\Delta^+, \Delta^-, \dots$ можно назвать волнами тепла и холода. Статистические характеристики амплитуды и

продолжительности волн тепла и холода зависят от значения Δ_{kr} , т.е. от размаха (или квантили) мезомасштабных колебаний. В разделе «Результаты» мы покажем простой способ определения Δ_{kr} .

Определение квантилей статистической совокупности. К числу важнейших обобщенных характеристик статистической совокупности (погрешностей измерений, величины мезомасштабных флуктуаций, характеристик волн тепла и холода, и т.п.) относятся границы их вариации. В качестве границ можно использовать либо наименьшее и наибольшее значения за исследуемый период времени, либо значения квантилей, т.е. значения случайной величины при уровне вероятности α и/или $1-\alpha$, $\alpha \ll 1$. Оценка границ по крайним значениям выборки зависит от ее объема, поэтому их трудно сравнивать для выборок разного объема. В этом смысле использование квантилей является более предпочтительной, так как они характеризуют значение случайной величины, в пределах которой находится заданный процент количества элементов выборки.

Считается, что для надежного определения квантилей выборка должна быть достаточно большого объема (> 100), поэтому статистическую совокупность получают по временным рядам за большой период. Однако это означает, что на рассматриваемом периоде статистические характеристики не меняются, что часто бывает несправедливым. Поэтому для оценки квантилей необходимо использовать малые выборки, для которых это допущение является более справедливым. Кроме того, в этом случае появляется возможность оценить изменчивость параметров распределения вероятностей, а при определенных условиях и возможность их прогнозирования.

Рассмотрим метод оценки квантилей по малым выборкам. Метод основан на представлении, что функция распределения вероятностей – это обычная функция, отражающая закон изменения разности между смежными значениями случайной величины, в отличие от детерминированного процесса, в котором отражается закон изменения разности во времени. Запишем функцию распределения вероятностей в виде $p_i = F(x_i)$, где x_i – случайная величина, упорядоченная по неубыванию (вариационный ряд), $p_i = i/(n+1)$, n – длина ряда, i – порядковый номер члена вариационного ряда. Если n велико ($\gg 100$), то эмпирическая зависимость $x_i = F^{-1}(p_i)$ будет представлять гладкую функцию, в чем легко убедиться

ся, например, с помощью численного моделирования нормального закона распределения. Зависимость $x_i = F^{-1}(p_i)$ будет гладкой и в том случае, если исходную неупорядоченную совокупность большого объема разделить на короткие ряды равного объема n_j , затем для каждой выборки построить вариационный ряд x_{ij} и усреднить значения элементов x_{ij} с одинаковыми порядковыми номерами i . Полученный усредненный вариационный ряд \bar{x}_i можно аппроксимировать полиномом n -й степени $P_n(\eta_i)$, где η_i – обратная функция, например, нормального распределения: $\eta_i = \Phi^{-1}(p_i)$, Φ – интеграл вероятности.

Вариационный ряд w_i , полученный после сглаживания x_{ij} полиномом $P_n(\eta_i)$ можно использовать в качестве инвариантной функции совокупности выборок, т.е. для каждого вариационного ряда можно записать соотношение

$$x_{ij} = \hat{x}_{ij} + e_{ij} = \alpha_j + \beta_j w_i + e_{ij}, \quad (7)$$

где $w_i = c_0 + \sum c_j P_j(\eta_i)$ при условии статистической значимости c_j .

Поскольку w_i является непрерывной функцией по η_i , то для этой переменной можно задать любую квантиль и с помощью (7) легко найти любые квантили для x_{ij} .

Результаты

Проверка метода определения параметров годового хода и их колебаний (флуктуаций климата). Проверим метод на модельном примере. Зададим временной ряд по формулам:

$$U(t) = f_1(t) + f_2(t) \cdot U_g(t), \quad U_g(t) = c_0 + c_1 \sin(\omega_0 t), \quad (8)$$

где $f_1(t) = 2 + 0,25 \sin(0,3 + 0,0251328t)$, $f_2(t) = 1 + 0,05 \sin(0,3 + 0,0251328t)$, $\omega_0 = 0,062832$, $c_0 = 20$, $c_1 = 10$, $t = [1, 2500]$.

Представим ряд $U(t)$ как совокупность реализаций $u_k(\xi)$ с периодом $T = 2\pi/\omega_0$, $\xi = [1, T]$, $k = 1, 100$. Тогда $U_g(t)$ есть реализация $\bar{u}_k(\xi)$, полученная путем усреднения $u_k(\xi)$ по k . Легко убедиться, что коэффи-

коэффициент корреляции между $U_g(t)$ и $\bar{u}_k(\xi)$ равен 1,000, следовательно, $U_g(t)$ можно заменить на $\bar{u}_k(\xi)$. Теперь легко найти остальные параметры (8), применяя МНК для выражения (3) на сетке значений $\omega = [\omega_1, \omega_2]$ и выбирая за истинное, такое значение w_0 , при котором остаточная сумма квадратов окажется минимальной. Применяя это правило, получим $w_0 = \omega_0$ и коэффициенты корреляции полученных оценок и модельных значений функций f_1, f_2 равные 1,000.

Таким образом, если известны эмпирические значения совокупности реализаций мультипликативного процесса (8), то численные значения составляющих $f_1(t), f_2(t), U_g(t)$ можно реставрировать, не прибегая к аналитическим методам. Результат восстановления не зависит от степени сложности функций $f_1(t), f_2(t), U_g(t)$. Погрешность восстановления зависит лишь от погрешности $U_g(t)$ и длины реализаций.

Оценка параметров годового хода температуры воды. Для оценки вариации параметров годового хода модель (1), (2) лучше использовать отклонения от многолетнего годового хода:

$$Y(t) = U(t) - U_g(\xi) = a(t) + c(t)U_g(\xi) + U_s(\xi), \quad (9)$$

где $c(t) = b(t) - 1$.

Из (9) следует, что отклонения от годового хода могут зависеть от среднего многолетнего годового хода. Иначе говоря, вычитание многолетнего годового хода является не достаточным для исключения сезонных колебаний.

Годовой ход температуры воды является следствием колебаний в течение года солнечной радиации при разных условиях в климатической системе. Если эти условия являются короткопериодными (много меньше года), то можно ожидать, что годовой ход температуры воды является стационарным и параметры $a(t), c(t)$ будут статистически незначимыми по отношению к короткопериодным колебаниям $U_s(t)$. В противном случае колебания $a(t), c(t)$ будут означать, что на температуру воды оказывают влияние долгопериодные колебания, обусловленные устойчивыми во времени характеристиками циркуляции в атмосфере.

На рис. 1 показан временной ход параметра $a(t)$. Колебания среднегодовых значений имеют сложный характер, хотя и здесь можно увидеть некоторую не строгую периодичность. Аналогично можно построить изменение во времени параметра $c(t)$, среднеквадратического значения s_e отклонений $U_s(t)$.

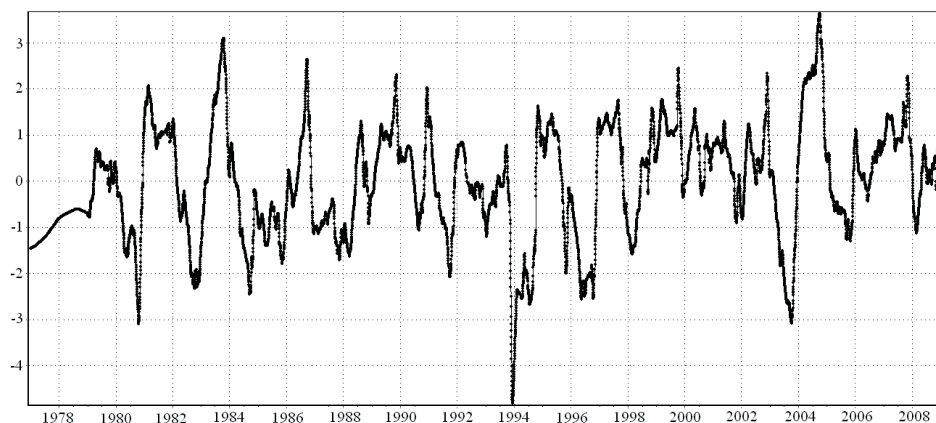


Рис. 1. Временной ход параметра $a(t)$.

На рис. 2 показана корреляционная связь параметров $a(t)$, $c(t)$. Видно, что, во-первых, она является обратно пропорциональной. Во-вторых, точки на плоскости образуют типичную проекцию «клубка» многомерной траектории на двумерную плоскость. Сложность фазовой траектории обусловлена, во-первых, нелинейным характером взаимосвязи параметров годового хода. Во-вторых, изменчивость параметров в заданной точке можно рассматривать как сумму локальных и глобальных составляющих колебаний. Для разложения колебания на эти составляющие необходимо выполнить анализ полей температуры вода по всему Каспийскому морю, что выходит за рамки настоящей статьи.

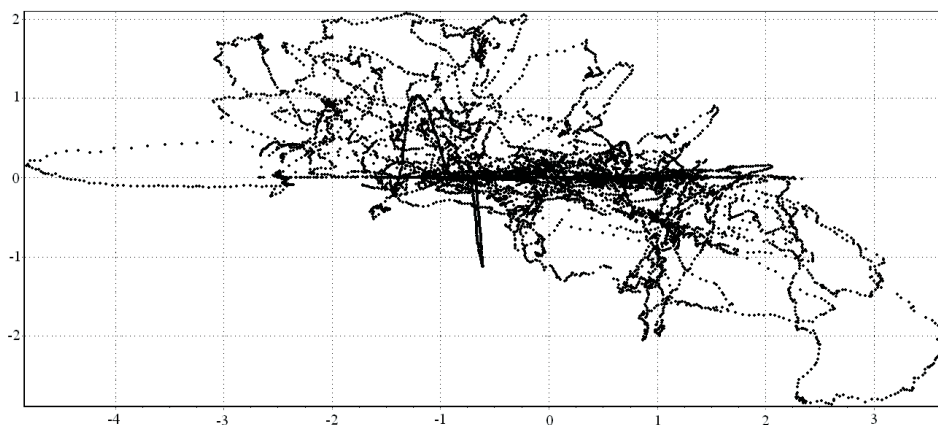


Рис. 2. Вид корреляционной связи параметров $a(t)$, $c(t)$.

Оценка амплитудно-частотных характеристик параметров годового хода температуры воды. Для определения начального приближения продолжительности и амплитуды флуктуаций параметров годового хода (рис. 1-3) температуры поверхности моря зададим значение $\Delta_{kr} = C_v(p_x - p_m)$, где p_x , p_m – максимальное и минимальное значение параметра годового хода на всем периоде наблюдения. В табл. 1 приведено количество флуктуаций для параметров годового хода $a(t)$, $c(t)$, $s_e(t)$ при разных значениях C_v .

Таблица 1

Зависимость количества флуктуаций от параметра C_v

C_v	A	c	s_e
0,10	55	47	42
0,15	43	33	24
0,20	35	27	22

На рис. 3 показаны функция распределения продолжительности P_a флуктуаций параметров $a(t)$ при $C_v = 0,15$, где по оси ОХ отложены значения обратной функции нормального распределения, по оси ОУ – P_a . На рис. 3 видно, что распределение можно аппроксимировать полиномом второй степени обратной функции нормального распределения и использовать кривую аппроксимации для определения квантилей.

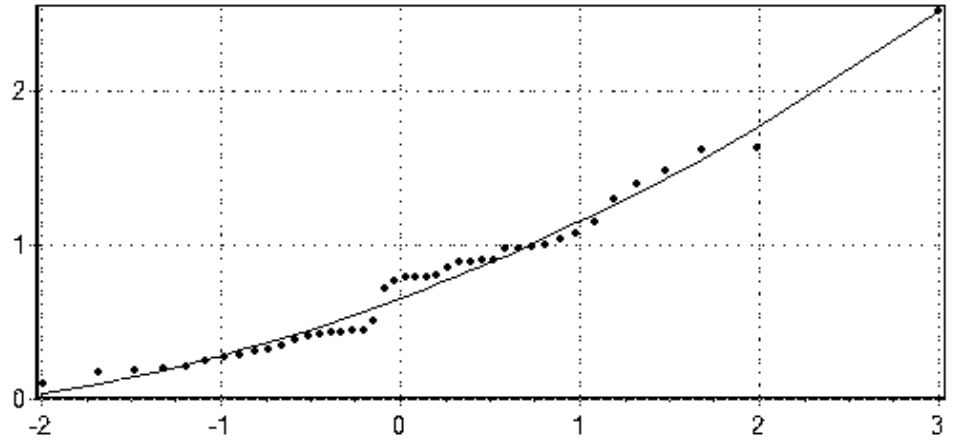


Рис. 3. Распределение флуктуаций среднегодовых значений.

Последние точки на рис. 3 показывают значения 99,9 %-й квантили распределения, вычисленные по кривой аппроксимации. Для сравнения, отметим, что значения квантилей по формуле $x_{0,999} = \bar{x} + 3,0s$ равны, соответственно 1,95 и 7,57, т.е. на 23...24 % меньше.

Следует отметить, что надежность оценок квантилей можно повысить, если для анализа использовать временные ряды по нескольким станциям Каспийского моря – чем больше число станций, тем надежнее оценки.

Распределения продолжительности и амплитуду флуктуаций параметров $c(t)$, $s_e(t)$ примерно такие же, поэтому мы их не приводим.

Определение мезомасштабных и синоптических колебаний.

Начальное приближение мезомасштабных флуктуаций определим, как отклонения от среднесуточных значений, а начальное приближение колебаний синоптического масштаба U_s исходя из формулы (1). Начальное приближение знакопеременной последовательности $S \downarrow(L)$, $S \uparrow(L+1)$, $L=1$, N определим при постоянном $\Delta_{kr} = C_v(p_x - p_m)$, где p_x , p_m – максимальное и минимальное значение ряда U_s на всем периоде наблюдения. В табл. 2 приведены значения N (количества членов ряда $S \downarrow(L)$, $S \uparrow(L+1)$ при разных значениях C_v .

Таблица 2

Зависимость значения N от параметра C_v

C_v	0,02	0,05	0,10
N	3736	2242	1191

На рис. 4, для примера показаны многолетние значения продолжительности «волн» тепла и холода температуры поверхности моря при $C_v = 0,10$. Видно, что максимальные значения параметра флуктуируют во времени весьма значительно. Можно предположить, что изменение их во времени вызывается глобальными долгопериодными колебаниями. Видно, что продолжительность «волн» тепла и холода температуры поверхности моря может быть месяц и больше, а значения амплитуды могут достигать $10^\circ \dots 12^\circ$.

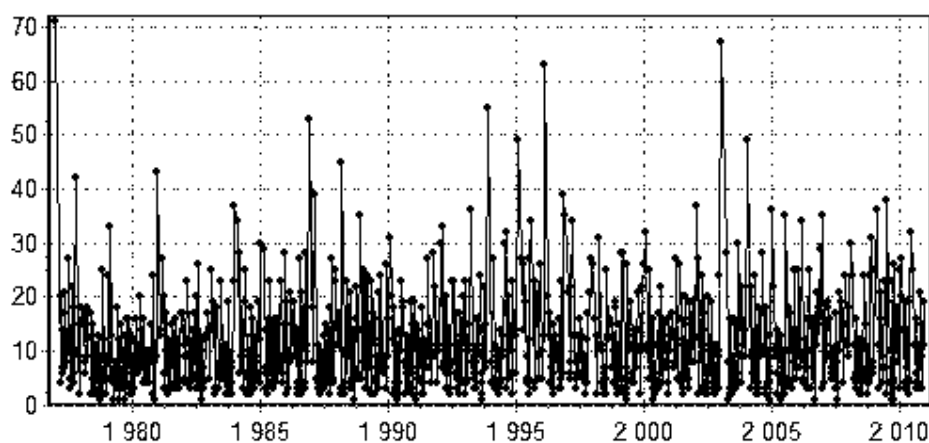


Рис. 4. Изменение продолжительности синоптических флуктуаций.

Для решения практических задач наиболее важным является совместное распределение продолжительности и амплитуды «волн» тепла и холода. Двумерное распределение этих параметров является достаточно сложным и является предметом отдельного исследования. Однако, можно отметить, что верхняя и нижняя граница квантилей продолжительности зависит от амплитуды «волн» тепла и холода.

При уменьшении C_v оценки продолжительности, очевидно, смещаются в область меньших значений. Определение «правильного» значения C_v является задачей итерационной процедуры, в которой должен быть учтен суточный ход (которым мы пренебрегли). Кроме того, крити-

ческое значение Δ_{kr} должно зависеть от размаха мезомасштабных колебаний, следовательно, оно должно иметь годовой ход. Решение этих вопросов выходит за рамки настоящей статьи.

Оценка квантилей продолжительности синоптических флуктуаций. Квантили распределения характеристик синоптических флуктуаций, по определению, также имеют годовой ход. Поскольку количество флуктуаций за многолетний период за каждый месяц является относительно небольшим, то для определения квантилей использование аналитических функций можно априори считать ненадежным, и необходимо использовать метод, изложенный ранее в разделе «Оценка амплитудно-частотных характеристик параметров годового хода температуры воды».

Для продолжительности флуктуаций инвариантная функция w_i для всех месяцев имеет вид:

$$w_i = c_0 + c_1 P_1(\eta_i) + c_2 P_2(\eta_i) + c_6 P_6(\eta_i) + c_{10} P_{10}(\eta_i) + c_{11} P_{11}(\eta_i), \quad (10)$$

где все параметры статистически значимы на уровне вероятности 0,999.

После определения w_i легко проверить обоснованность инвариантной функции. Для этого достаточно убедиться в том, что вариационный ряд продолжительности x_{ij} за каждый месяц j линейно связан с w_i . Анализ показал, что для всех месяцев коэффициент корреляции равен не менее 0,9994, т.е. линейная связь x_{ij} и w_i является абсолютно надежной, т.е. параметры α , β в (7) определяются с высокой надежностью.

Подставляя значения η для заданной квантили (например, для 99 %-й квантили $\eta = 2,5$) в выражение (7), получим искомое значение квантили продолжительности флуктуаций для каждого месяца.

Оценка квантилей распределения мезомасштабных флуктуаций. Отклонения температуры воды от среднесуточных значений (мезомасштабные флуктуации) можно признать статистически независимыми с вероятностью близкой к 1, т.к. значение критерия Неймана [6] равно 2,05. Для анализа распределений амплитуды флуктуаций можно использовать метод, изложенный в предыдущем разделе. За каждый многолетний день число флуктуаций в нашем случае равно 136. Следовательно, можно попытаться определить годовой ход квантилей, или годовой ход параметра β в (7), которые пропорциональны значению β .

Результаты анализа показывают, что значения β , во-первых, имеют хорошо выраженный годовой ход (сглаженная кривая), которые достигают максимума в середине-конце июня. Во-вторых, вариация β относительно сглаженной кривой является случайной и достаточно значительной. В-третьих, дисперсия отклонений β от сглаженного годового хода также имеет годовой ход. Для определения годового хода дисперсии также можно использовать принцип подобия, но для этого необходимы данные по нескольким станциям.

Выводы

В основе метода определения амплитудно-частотных характеристик короткопериодных и долгопериодных колебаний температуры поверхности Каспийского моря лежит представление, что для однородных реализаций неслучайного процесса и физически однородных случайных совокупностей (они могут быть статистически неоднородными) всегда можно найти инвариантную функцию. Каждая реализация (или каждая выборка) подобна инвариантной функции. Это свойство открывает широкие возможности для моделирования нестационарных случайных процессов, протекающих в открытых неравновесных системах, в том числе в морской среде. По нашему мнению, представленные результаты показывают, что изложенный метод можно использовать для получения надежных статистических (режимных, климатических) характеристик состояния водной среды. Возможность определения режимных характеристик по коротким временным рядам открывает перспективы для использования их в задаче мониторинга состояния водных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Г.А. Методы оценки случайных погрешностей гидрометеорологической информации. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 96 с.
2. Беляев В.И. Обработка и теоретический анализ океанографических наблюдений. – Киев: Наукова думка, 1973. – 295 с.
3. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
4. Груза Г.В., Ранькова Э.В. Эмпирико-статистический анализ структуры и изменений наблюдаемого климата //Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 1980. – № 68. – С. 3-22.

5. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.С., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Б.П. Климатология. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 568 с.
6. Закс Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 599 с.
7. Пуголовкин В.В., Степаненко С.Р. Моделирование непериодических композиционных временных рядов // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 1996. – № 162. – С. 58-65.
8. Рожков В.А. Методы вероятностного анализа океанологических процессов. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 280 с.

Поступила 12.04.2013

Физ.-мат. ғылымд. канд. А.А. Воронцов

Техн. ғылымд. канд. С.Р. Степаненко

**КАСПИЙ ТЕҢІЗІ СУ ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ ҚЫСҚА ЖӘНЕ ҰЗАҚ
МЕРЗІМДІ ТЕРБЕЛУІНІҢ АМПЛИТУДАЛЫҚ ЖИІЛІК
МІНЕЗДЕМЕЛЕРІН АНЫҚТАУДЫҢ ӘДІС НЕГІЗДЕРІ**

Синергетикалық принциптерге негізделген, 1977...2010 жылдар аралығындағы ГМС бақылау мәліметтерінің Каспий теңізі су температурасының қысқа және ұзақ мерзімді тербелуінің статистикалық мінездемелерін анықтау әдісі келтірілген. Осы әдісті тәжірибе жүзінде қолдану көрсетілген.

УДК 614.8.084+504.061.2:69.05(075.8)

Доктор техн. наук	М.Ж. Бурлибаев *
Доктор геогр. наук	Н.А. Амиргалиев **
	И.В. Шенбергер *
	А.С. Перевалов *
	Д.М. Бурлибаева ***

**СОВРЕМЕННЫЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО
СТОКА РЕК БАСЕЙНА ЖАЙЫКА (УРАЛА) И ХАРАКТЕР
ТРАНСФОРМАЦИИ ИХ ПАРАМЕТРОВ**

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, САМООЧИЩАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВОДОТОКА, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ, КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ, РЕЧНАЯ ЭКОСИСТЕМА, РЕЧНАЯ ПОЙМА, ЗАТОПЛЕНИЕ, РЕЧНАЯ ДОЛИНА

В настоящее время в переговорах по реке Жайык и Илек с представителями Российской Федерации констатируется качество стока, но оно не становится ключевым моментом переговоров. Между тем известно, что качество вод рек Жайык и Илек далеко не соответствуют требованиям современных стандартов. Поэтому, в предлагаемой статье анализируется гидрохимический режим и токсикологические показатели рассматриваемых водотоков.

Гидрохимические и токсикологические параметры трансграничного стока р. Жайык у с. Январцево.

Согласно данным РГП «Казгидромет» МООС РК за 2010 и 2011 гг., трансграничный сток р. Жайык имеет повышенную минерализацию до 1291 мг/дм³, в среднем 891 мг/дм³. Из анализированных биогенных веществ средняя концентрация аммонийных и нитритных соединений не превышала нормативы рыбохозяйственных ПДК (табл. 1). Содержание органических веществ, в том числе и значение БПК₅ также невысоко. Из тяжелых металлов определялись железо, хром и марганец. Содержание последнего не достигает ПДК, общее железо регистрировалось на уровне

* Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы

** Институт Географии МОН РК, г. Алматы;

*** Казахский национальный аграрный университет МОН РК, г. Алматы.

1,7 ПДК по средней концентрации и до 6 ПДК – по максимальной. Среднее содержание хрома (6+) не превышает ПДК, однако оно возросло в январе до 40 мкг/дм³, а в июле – до 30 мкг/дм³.

Таблица 1

Гидрохимические и токсикологические параметры трансграничного стока р. Жайык у с. Январцево в 2010 г.

№ п/п	Показатель	Концентрация		
		единица измерения	средняя	min max
1	БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	2,705	1,600 3,240
2	Азот аммонийный	мг/дм ³	0,225	0,050 0,600
3	Азот нитритный	мг/дм ³	0,029	0,015 0,066
4	Железо общее	мг/дм ³	0,171	0,030 0,610
5	Хром (6+)	мкг/дм ³	14,17	0,010 40,00
6	Марганец	мкг/дм ³	5,417	0,0 9,000
7	Летучие фенолы	мг/дм ³	0,001	0,0 0,002
8	Нефтепродукты	мг/дм ³	0,033	0,020 0,062
9	Сумма ионов	мг/дм ³	891,5	635,5 1290,8
10	Окисляемость бихроматная	мгО/дм ³	4,515	2,600 5,400

Содержание фенолов в основном было в пределах ПДК, лишь с февраля по апрель отмечено в количестве 0,002 мг/дм³. Превышение ПДК по нефтяным углеводородам до концентрации 0,062 мг/дм³ зарегистрировано лишь в мае.

На основе анализа представленных данных следует заключить, что в течение 2010 г. не зарегистрировано случаев существенного ухудшения качества трансграничного стока реки.

В Информационном бюллетене о состоянии окружающей среды РК за 2011 г. [12] указано, что индекс загрязнения воды (ИЗВ) р. Жайык по Западно-Казахстанской области составил в 2010 г. 0,92 (2 кл.), в 2011 г. – 1,08 (3 кл.). В числе загрязняющих веществ Cr(6+) – 1,55 ПДК, Fe_{общ.} – 1,5 ПДК, NO₂ – 1,2 ПДК и фенолы – 1,1 ПДК. На основе данных наблюдений сделан вывод о том, что в 2010 г. речная вода характеризовалась «чистой», а в 2011 г. «умеренно-загрязненной».

Характер трансформации химического состава и токсичных показателей р. Жайык в пределах Казахстана

Одним из важных гидрохимических показателей, определяющих пригодность воды для питьевых, хозяйственно-бытовых, технических и других целей является ее минерализация. Произведенный нами анализ многолетних данных выявляет определенную закономерность в изменении

этого показателя в воде р. Жайык в пределах Казахстана. Как было показано выше, в 2010 г. минерализация трансграничного стока р. Жайык у с. Январцево была повышенной. Изменение ее по течению реки за указанный год почти до Жайык-Каспийского канала представлено на рис. 1.

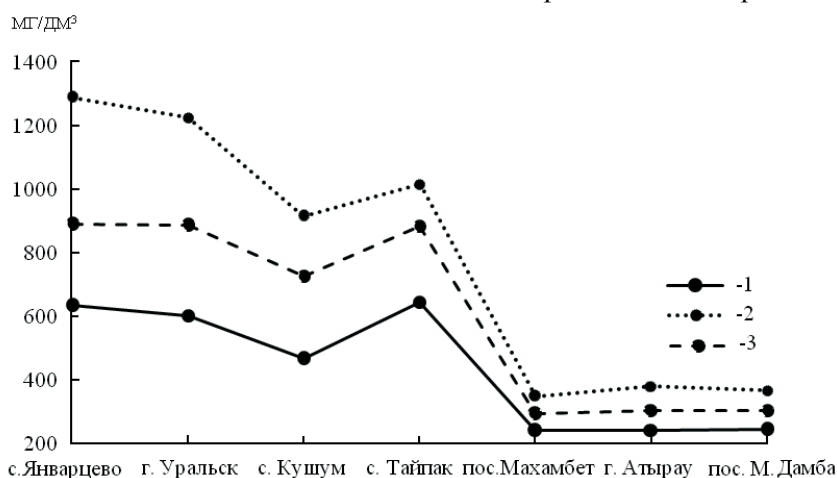


Рис. 1. Характер изменения минерализации воды по течению р. Жайык в 2010 г. 1 – минимальные, 2 – максимальные, 3 – средние значения концентрации.

На рис. 1 заметно, что максимум минерализации воды зарегистрирован в трансграничном стоке у с. Январцево, а на последующих участках она имеет тенденцию к снижению до с. Кушум под влиянием ряда притоков. Возле с. Тайпак отмечено ее возрастание. Однако наиболее интересным явлением можно считать резкое падение минерализации воды у с. Махамбет на территории Атырауской области. Максимальная минерализация снизилась от 1017 мг/дм³ у с. Тайпак до 350 мг/дм³ – у с. Махамбет, т.е. в 2,9 раза, а минимальная от 646 до 242 мг/дм³ (в 2,7 раза). Этот уровень минерализации без заметных изменений сохраняется до Каспийского моря.

Для выявления достоверности этих данных и причин резких колебаний минерализации из-за отсутствия аналогичных данных за последние годы нами для сравнительного анализа привлечены материалы РГП «Казгидромет» МООС РК за 1986...1988 гг. (рис. 2). В целом аналогичная с данными 2010 г. картина обнаруживается и по материалам ранних наблюдений, особенно заметно сходство по данным 1986 г.

Следует отметить, что регистрируемая нами закономерность имеет достоверный характер, о чем свидетельствуют результаты наблюдений. Однако пока нам не удалось выявить причины, вызывающие эти аномаль-

ные изменения минерализации воды по течению реки. Наблюдаемое явление, очевидно, происходит под влиянием каких-то местных природных гидрогеологических условий, вызывающих опреснение речных вод. Снижение минерализации воды само по себе является положительным фактором, вызывающим улучшение ее качества.

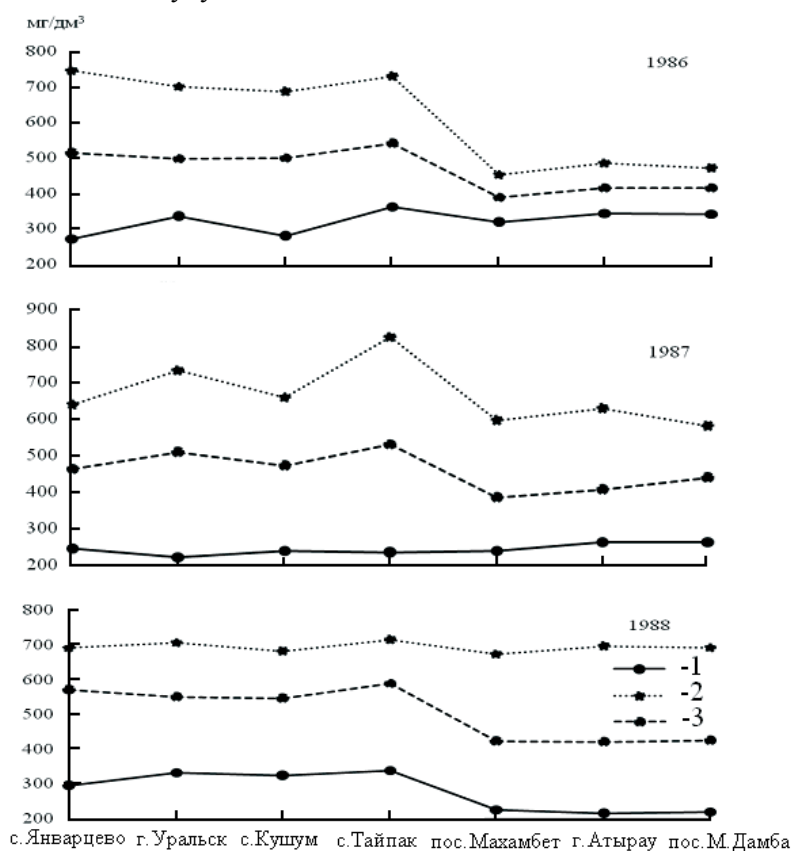


Рис. 2. Динамика минерализации воды по течению р. Жайык в 1986...1988 гг. Обозначения см. рис. 1.

Анализ главных ионов в воде р. Жайык за 2010 г. также выявляет некоторые классификационные изменения ее ионного состава. При максимальных значениях минерализации речная вода от створа Январцево до створа Тайпак относится к хлоридно-гидрокарбонатному классу натриевой группы, а у створа Махамбет и М. Дамба она характеризовалась индексами SNa и $SCINa$ соответственно. При минимальных значениях минерализации у створа М. Дамба и г. Атырау ионному составу воды свойствен индекс SCa , т.е. преобладающим анионом становятся сульфаты в место гидрокарбонатов, которые ранее доминировали.

По материалам наблюдений РГП «Казгидромет» МООС РК за 2010 г. обнаруживается изменение (нарушение) внутригодового режима минимальных и максимальных значений минерализации воды р. Жайык, особенно в ее самом нижнем течении. Так, в створе Махамбет минимальная минерализация зарегистрирована в январе и декабре, а максимум – в феврале, в створе г. Атырау и М. Дамба минимум обнаружен в сентябре и декабре, а максимум в мае. По данным ранее проведенных исследований [1, 2], максимальная минерализация отмечалась в зимнюю межень, минимальная – весной в период паводка. Возможно, эти обстоятельства вызывают изменение состава доминирующих ионов воды, особенно при минимальных значениях ее минерализации. Нарушение внутригодового режима гидрохимических показателей р. Жайык возможно связано с деятельностью имеющихся на территории РФ четырех водохранилищ, так как у створа Январцево минимальная минерализация трансграничного стока в 2010 г. наблюдалась в июле, хотя максимум – зимой.

Для оценки трансформации качественных показателей воды по течению реки в табл. 2 приведено их среднее содержание на отдельных створах. Концентрация органических веществ в воде всех рассматриваемых створов невысокая, БПК₅ ниже ПДК, по бихроматной окисляемости данные по створам Атырауской области отсутствуют. Соединения группы азота по содержанию не достигают уровня ПДК.

Из тяжелых металлов превышение среднего содержания обнаружено по общему железу 1,7 ПДК у г. Уральска и по цинку у створе М. Дамба (см. табл. 2). Единичные превышения уровня ПДК по максимальным концентрациям зарегистрированы: по общему железу и шестивалентному хрому в створах Уральск и Махамбет, по меди, цинку и марганцу в створах Махамбет, Атырау и М. Дамба. По всем этим элементам превышение уровня ПДК незначительное. Концентрация нефтепродуктов не достигала ПДК, а фенолы на территории Атырауской области отсутствовали.

Анализ представленного материала в целом свидетельствует о сходном составе вод на всех створах территории РК и невысоким уровнем загрязненности. Исключением является колебание минерализации воды, о чем сказано выше.

Сведения о загрязнении воды р. Жайык химическими компонентами, в частности медью, хромом шестивалентным, железом и другими соединениями имеются в отчетных материалах ЗКО филиала КазНИИ рыбного хозяйства. Причина загрязненности трансграничного стока – поступ-

ление в речную сеть промышленных, хозяйственно-бытовых и других категорий сточных вод (табл. 3).

Таблица 2

Средние значения концентрации гидрохимических и токсикологических показателей трансграничного стока р. Жайык, 2010 г.

Показатель	Единица измерения	г. Уральск	Махамбет	г. Атырау	М. Дамба
БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	2,673	1,883	1,875	2,000
Азот аммонийный	мг/дм ³	0,206	0,233	0,253	0,252
Азот нитритный	мг/дм ³	0,031	0,010	0,008	0,009
Фосфаты	мг/дм ³		0,218	0,220	0,237
Кремний	мг/дм ³		5,833	5,800	5,992
Железо общее	мг/дм ³	0,167	0,061	0,068	0,069
Железо (2+)	мг/дм ³		0,004	0,004	0,005
Медь	мкг/дм ³		0,833	0,858	0,867
Цинк	мкг/дм ³		6,801	9,501	12,60
Никель	мкг/дм ³		2,429	2,144	2,857
Хром (6+)	мкг/дм ³	15,83	12,00	16,25	11,17
Хром (3+)	мкг/дм ³		2,250	1,667	2,083
Марганец	мкг/дм ³	4,917	4,667	5,501	4,417
Летучие фенолы	мг/дм ³	0,001	0,0	0,0	0,0
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,036	0,023	0,030	0,015
Сумма ионов	мг/дм ³	887,05	295,21	307,41	306,00
Окисл. бихроматная	мгО/дм ³	4,431			

Таблица 3

Средние концентрации токсических веществ в водах трансграничных рек Жайык и Елек в 2005 г.

Река (створ)	Тяжелые металлы, мкг/дм ³					Нефтяные углеводороды, мг/дм ³
	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr(VI)	
	Весна					
Жайык (Январцево)	1,5	4,0	8,0	4,2	47,0	0,0398
Жайык (Уральск)	1,0	12,0	8,0	5,1	57,0	0,0480
Жайык (Кушум)	0,1	3,0	8,0	4,6	32,0	0,0450
Жайык (Тайпак)	1,0	7,0	7,0	4,9	43,0	0,0400
Елек (Чилик)	2,3	6,0	9,0	5,3	58,0	0,0370
	Осень					
Жайык (Январцево)	1,0	2,0	5,0	3,2	35,0	0,0400
Жайык (Уральск)	1,0	10,0	4,0	3,8	38,0	0,0510
Жайык (Кушум)	0,1	2,0	6,0	3,6	25,0	0,0350
Жайык (Тайпак)	1,0	5,0	5,0	3,5	36,0	0,0300
Елек (Чилик)	1,2	3,0	6,0	4,5	46,0	0,0380
ПДК	1	10	10	5	20	0,05

Расчет трансграничных загрязнений, поступающих в пределы ЗКО по р. Жайык, произведен с использованием среднегодового объема стока р. Жайык за 1995...2000 гг. – 7,25 км³.

Количество загрязняющих веществ, поступающих ежегодно с трансграничным стоком р. Жайык приводится в табл. 4. Как видно, в составе водносолевого стока по р. Жайык в пределы области вносится ежегодно только тяжелых металлов в объеме 1,203 тыс. т.

Таблица 4

Приток загрязняющих веществ по р. Жайык при среднегодовом объеме стока 7,25 км³

Компоненты	Среднее содержание в воде, мг/дм ³	Количество вещества, приносимого рекой, т/год
Кадмий	0,014	101,5
Цинк	0,021	152,2
Свинец	0,025	181,2
Марганец	0,035	253,7
Железо	0,048	348,0
Хром	0,023	166,7
Азот аммонийный	0,160	1160
Нитраты	9,8	71,05·10 ³
Нефтепродукты	0,18	1305

Авторы рассчитали количество химических соединений, выносимых с водносолевым стоком по р. Жайык за пределы ЗКО, т.е. в сторону Каспийского моря. Среднегодовой объем стока принят с учетом общих водопотерь на все нужды области: 7,25 – 0,624 = 6,63 км³ (табл. 5).

Таблица 5

Количество выносимых химических соединений со стоком р. Жайык за пределы Западно-Казахстанской области

Компоненты	Среднее содержание в воде, мг/дм ³	Среднегодовой объем стока, км ³	Количество вещества, приносимого рекой, т/год
Кадмий	0,047	6,63	311,61
Цинк	0,65	6,63	4309,5
Медь	0,065	6,63	490,95
Свинец	0,817	6,63	5416,71
Марганец	0,58	6,63	3845,4
Железо	0,039	6,63	258,57
Хром	0,028	6,63	185,64
Нитраты	15,5	6,63	102765
Нефтепродукты	0,052	6,63	344,76
Азот аммонийный	0,14	6,63	928,2

В пределах самой области (г. Уральск, Кушум, Тайпак) вода приобретает более высокое загрязнение, в основном тяжелыми металлами, а также органическими веществами (нефтепродукты). Указанные загрязнения воды поступают, очевидно, из р. Утва, а также из правобережных притоков – рр. Киндели, Иртек. Другой причиной служат загрязнения, связанные с хозяйственной деятельностью на территории водосборного бассейна протяженностью 700 км.

Режим гидрохимических и токсикологических параметров р. Елек

Река Елек одна из максимально загрязненных водных источников и входит в приоритетный список водных объектов республики, требующих первоочередного осуществления водоохранных мероприятий.

Современными литературными данными об экологическом состоянии и источниках загрязнения данной реки авторы не располагают. Поэтому для того, чтобы иметь некоторое представление по указанным вопросам приводим сведения из ранних источников РГП «Казгидромет» МОС РК. В «Ежегоднике качества поверхностных вод...» за 1989 г. [9] приводятся следующие данные.

На качество воды в районе г. Алга оказывают влияние подземные воды, загрязненные бором через старые шламовые пруды охладители Актюбинского химического завода. В 20 км ниже г. Актюбинска в створе с. Георгиевка под влиянием грунтовых вод, загрязненных соединениями хрома (источники загрязнения – Актюбинский завод хромовых соединений и Актюбинская ТЭЦ, расположенные в пойме реки) в р. Елек систематически наблюдается экстремально высокий уровень загрязнения хромом шестивалентным – содержание его достигает здесь 50...120 ПДК, возрастающая в период зимней межени с увеличением доли грунтового питания реки до 687 ПДК (0,687 мг/дм³). Средние значения хрома составили 189 ПДК (0,189 мг/дм³). На уровень загрязненности реки бором и хромом существенное влияние оказывает водность – в период половодья концентрации этих загрязняющих веществ снижаются до нулевых значений (хром) или не превышает 0,6 ПДК (бор).

Показатели хозяйственного загрязнения на участке реки г. Алга – г. Актюбинск – органические и азотсодержащие вещества, фенолы и нефтепродукты, периодически превышали ПДК в 2...3 раза (фенолы в II). Однако среднегодовые значения, как правило, находились в пределах нормы и только содержание фенолов на всем протяжении реки составило 3...4 ПДК.

В устье реки (с. Чилик) уровень загрязнения по специфическим показателям значительно снижается – содержание хрома находится в пределах 25 ПДК, бора 0,2 ПДК. Исключение составляют органические и азотсодержащие вещества, нефтепродукты, среднегодовые значения которых по сравнению с вышерасположенными створами возрастают в несколько раз – до 0,1...2,5 ПДК.

В соответствии с ИЗВ качество воды в районе г. Актюбинска в створе выклинивания загрязненных подземных вод по-прежнему относится к чрезвычайно грязным (7 класс качества, ИЗВ = 32,2), в замыкающем створе с. Чилик – к грязным (5 класс, ИЗВ = 5,9). По наблюдениям в 1992 г. [10], в устье река загрязнена хромом (6+) и фенолами, содержание которых в среднем за год равно 19 ПДК и 2 ПДК соответственно. В данном году отмечалось 8 случаев высокого загрязнения по хрому. В 20 км ниже г. Актюбинска содержание хрома составило 6,4 ПДК, а в зимнюю межень оно достигало 18 ПДК. По сравнению с 1991 г. максимальные значения хрома возросли на 70 %. Из приведенного выше материала следует, что высокая загрязненность этой трансграничной реки сохраняется и до настоящего времени, подвергаясь некоторым колебаниям в отдельные годы.

Режим гидрохимических и токсикологических параметров р. Елек дается на основании детального анализа материала РГП «Казгидромет» МООС РК за 2010 г. По ряду вопросов в качестве дополнительной информации привлечены ранние сведения данной организации. Поскольку Елек одна из наиболее загрязненных рек Казахстана, динамика основных показателей качества воды нами рассматривается по всем створам в течение всей реки. Для удобства изложения каждый створ условно пронумерован, начиная с верхней части течения реки, который показан в табл. 6 вместе с результатами гидрохимических наблюдений.

В воде р. Елек повышена концентрация органических веществ. Значения БПК₅ по средним и максимальным показателям превышают уровни ПДК по всей длине реки, лишь в воде замыкающего створа (с. Целинное) средняя его величина была в пределах ПДК (табл. 6). Изменение количества органических веществ по течению реки по значениям БПК₅ и бихроматной окисляемости показано на рис. 3. Рост концентрации органических веществ в воде происходит в районе г. Алга (створ 2). На последующих участках не происходит заметных изменений, однако в воде замыкающего створа среднее значение БПК₅ несколько снижается, а окисляемость возрастает до 16,3 мгО₂/дм³, а максимальная величина до 27,6 мгО₂/дм³.

Таблица 6
Концентрация гидрохимических и токсикологических показателей транграничного стока р. Елек, 2010 г.

Показатель	Единица измерения	г. Алга 0,5 км ниже выхода подземных вод (створ 1)			г. Алга 1 км выше шламовых прудов (створ 2)			г. Актобе 0,5 км выше города (створ 3)			г. Актобе 0,5 км ниже выхода подземных вод (створ 4)			с. Целинное (створ 5)		
		ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	min	max
БПК ₅	мг/дм ³	3,9	0,84	7,3	4,8	2,4	8,5	3,2	0,97	8,8	3,8	1,2	8,5	2,9	0,9	7,6
Азот аммон.	мг/дм ³	1,4	0,03	5,7	2,2	0,23	5,6	1,4	0,12	5,6	2,1	0,04	8,3	2,1	0,0	7,3
Азот нитрит.	мг/дм ³	0,01	0,0	0,02	0,02	0,0	0,09	0,07	0,0	0,23	0,03	0,0	0,11	0,02	0,0	0,11
Фосфаты	мг/дм ³	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,05
Кремний	мг/дм ³	7,9	6,2	11,4	7,7	2,9	10,7	7,6	1,5	12,8	7,2	3,7	9,6	6,1	2,6	9,7
Железо общ.	мг/дм ³	0,06	0,0	0,17	0,04	0,0	0,10	0,06	0,0	0,13	0,07	0,0	0,20	0,03	0,0	0,07
Железо (2+)	мг/дм ³	0,04	0,0	0,10	0,02	0,0	0,06	0,03	0,0	0,06	0,05	0,0	0,16	0,01	0,0	0,04
Медь	мкг/дм ³	18,6	0,03	46,0	19,2	0,05	47,0	12,1	0,03	24,0	11,9	0,01	29,5	12,0	0,03	33,0
Цинк	мкг/дм ³	3,2	0,0	10,0	10,0	0,02	30,0	3,7	0,0	12,0	4,2	0,0	23,0	7,8	0,0	35,0
Свинец	мкг/дм ³	98,5	0,07	273	80,4	0,08	253	98,7	0,09	210	69,5	0,14	231	65,0	0,14	217
Железо (3+)	мг/дм ³	0,02	0,0	0,07	0,02	0,0	0,04	0,03	0,0	0,07	0,02	0,0	0,04	0,02	0,0	0,03
Лет. фенолы	мг/дм ³	0,001	0,0	0,001	0,001	0,0	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,001
Фториды	мг/дм ³	0,59	0,0	1,0	0,56	0,0	0,96	0,43	0,0	0,89	0,31	0,0	0,75	0,19	0,0	0,64
Бор	мг/дм ³	0,71	0,26	1,1	0,31	0,02	0,53	0,42	0,14	0,66	0,26	0,10	0,62	0,34	0,06	1,08
Сумма ионов	мг/дм ³	808	234	1226	995	257	1994	592	511	751	747	580	832	933	607	1169
Окисл. бихр.	мгО/дм ³	12,2	3,7	28,3	16,9	4,7	27,7	14,1	5,3	24,5	14,3	7,3	21,9	16,3	7,3	27,6

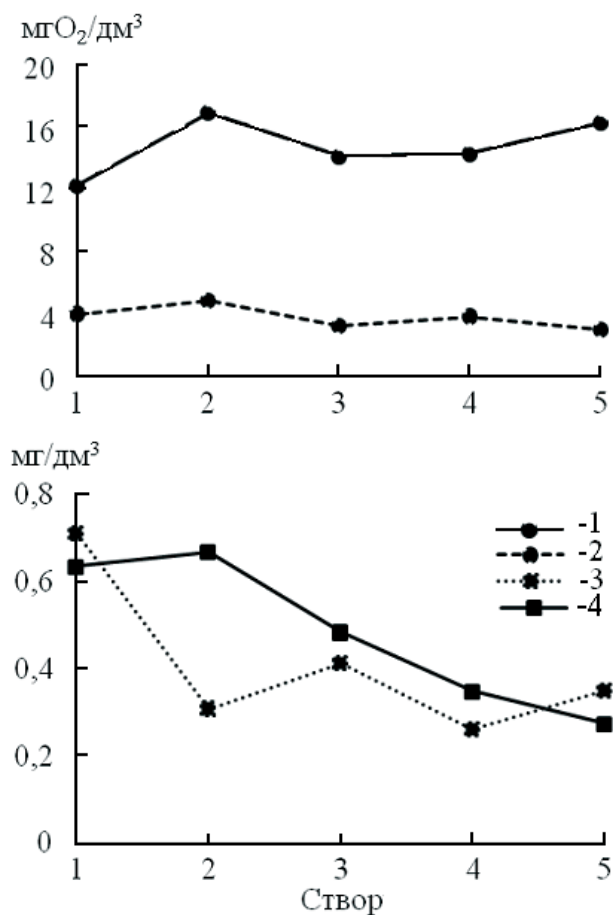


Рис. 3. Изменение содержания органических веществ и микроэлементов в воде р. Елек. 1 – окисляемость, 2 – БПК₅, 3 – бор, 4 – фториды.

Приоритетными загрязнителями воды р. Елек являются бор и фториды. Во всех анализированных пробах речной воды бор присутствовал выше значений ПДК. Средняя его концентрация превышает ПДК от 15 до 42 раз. Максимальная концентрация, зарегистрированная в воде первого и замыкающего створов, достигала 6,5 ПДК. Максимальное содержание фторидов 0,89...1,0 мг/дм³, превысившее уровень ПДК, отмечалось в речной воде в районе г. Алга и выше г. Актюбинска. Средние концентрации не превышали ПДК.

Для пространственного распределения этих микроэлементов было характерно снижение концентрации по течению реки, что свидетельствует о нахождении источников загрязнения в верхних участках реки (см. рис. 3).

По течению реки существенно меняется и минерализация воды, она сильно колеблется и по сезонам года. В 2010 г., например, она меня-

лась в интервале в самом верхнем створе, в районе г. Алга от 234 до 1226 мг/дм³, а у замыкающего створа от 607 до 1169 мг/дм³ (см. табл. 6). Среднее значение в верхнем течении реки составляет 808 мг/дм³, на втором створе средняя минерализация воды возрастает до 995 мг/дм³. Следовательно, на этом участке имеют место антропогенные или природные факторы (источники), вызывающие осолонение речных вод. Довольно резкое снижение минерализации регистрируются в 0,5 км выше г. Актюбинска (створ 3). На последующих участках она непрерывно возрастает до средних значений 933 мг/дм³ в воде замыкающего створа.

Анализ внутригодовой динамики минерализации речной воды показывает наступление максимальных ее значений в зимнюю межень, а минимум на всех створах, за исключением створа 4 (г. Актюбинск: ниже выхода подземных вод) отмечался в апреле, т.е. в период паводка. Нарушение естественного внутригодового режима данного показателя свидетельствуют о наличии источников антропогенного загрязнения на отдельных участках реки.

По динамике биогенных соединений можно отметить, что по всему течению реки концентрация аммонийных солей в воде менялась в интервале от 2,8 до 4,4 ПДК, а максимальная достигала в замыкающем створе 14,6 ПДК. Высокая концентрация этого показателя свидетельствует о свежем, нетрансформированном составе поступающих в реку органических и азотсодержащих соединений.

Концентрация нитритов в воде верхней части течения реки в целом не превышает ПДК. В последних трех створах наиболее высокие концентрации достигали 1,4...2,9 ПДК (см. табл. 6). Содержание нитритного азота и фосфатов не превышает уровень ПДК. Наблюдается повышенная концентрация кремния почти по всему течению реки – 11,4...12,8 мг/дм³ (при ПДК 10 мг/дм³). Из анализа материала видно, что максимальные концентрации кремния в воде почти всех створов зарегистрированы в январе иногда в октябре, что может быть результатом влияния антропогенных факторов.

Наблюдения 2010 г. по уровню тяжелых металлов в речной воде показали следующее (см. табл. 6): из анализированных соединений железа наиболее высокое содержание характерно для окисной формы (Fe^{2+}) до 20 и 32 ПДК. Среднее содержание его составляло 0,01...0,05 мг/дм³, т.е. 2...10 ПДК. Во внутригодовом аспекте максимальные концентрации отмечались в марте – мае, т.е. в основном в период паводка. В летние месяцы данная и остальные формы железа в речной воде отсутствовали. Кон-

центрация других анализированных форм редко достигала уровня ПДК. Концентрация остальных тяжелых металлов Cu, Zn и Pb в подавляющем большинстве случаев превышала уровень ПДК и подвергается существенным внутригодовым колебаниям. Среднее содержание цинка не достигало ПДК, а максимальное – составило 3,0 и 3,5 ПДК в воде 2-го и 5-го створов.

Наиболее высокие концентрации меди 46 мкг/дм^3 и 47 мкг/дм^3 (46 и 47 ПДК) зарегистрированы в воде верхнего течения реки в районе г. Алга, в последующих створах происходит незначительное снижение (см. табл. 6). В сезонном аспекте максимум в апреле, несколько снижается в мае, минимум в зимнюю межень. Динамика среднего содержания меди по течению реки имеет равномерный характер, некоторый рост отмечен в воде створа 2 до 19 мкг/дм^3 , на последующих участках в пределах 12 мкг/дм^3 .

Высокие концентрации в воде характерны и для свинца. Данный элемент превышает уровень ПДК по максимальным концентрациям от 21 до 27 раз, средним от 6,5 до 9,9 раз. Сезонное распределение в целом аналогично таковому с медью, т.е. максимум концентрации регистрируется в апреле, во время весеннего паводка. В режиме этих элементов ведущими факторами, очевидно, являются смыв их с поверхности почв водосбора, а также с территории промышленных, сельскохозяйственных объектов и населенных пунктов (ливневый сток) во время весеннего снеготаяния.

Средняя концентрация свинца по течению реки имеет тенденцию снижения от верховьев к замыкающему створу. Более высокие значения концентрации свинца, как и меди, регистрируются в воде первых трех створов, где, очевидно, больше влияние антропогенных факторов, а на последующих участках течения реки происходит снижение и стабилизация концентрации свинца под влиянием процессов самоочищения водного потока.

Содержание летучих фенолов в воде р. Елек невысокое, они зарегистрированы в верхнем течении, в районе г. Алга. Максимальное значение достигало 2 ПДК в воде 2-го створа, а на последующих участках они практически отсутствовали.

Таким образом, из анализа материала за 2010 г. следует, что вода р. Елек отличается высокой загрязненностью тяжелыми металлами и другими токсичными соединениями, что является результатом влияния антропогенных факторов, главным образом отходами металлургической промышленности.

В Информационных бюллетенях МООС РК [12, 13] также указано, что качество воды р. Елек (п. Целинный) относится к 5 классу – «грязная»,

ИЗВ составляет 4,37. Наблюдалось превышение по бору (10,41 ПДК), меди (7 ПДК), нитритному азоту (4,15 ПДК), БПК₅ (2,18 ПДК), сульфатам (1,92 ПДК) по их среднегодовым концентрациям. А наибольшие концентрации достигали (п. Целинный) по бору 34,7 ПДК, меди – 20,0 ПДК, БПК₅ – 4,56, нитритам – 9,8, сульфатам – 3,69. Источниками загрязнения считаются Актюбинский завод хромовых соединений, борно-кислотное производство, сельскохозяйственные стоки.

В 2011 г. по р. Елек на территории Актюбинской области зарегистрировано 59 случаев высокого загрязнения (ВЗ) воды, а на территории ЗКО – 1 случай ВЗ.

В районе г. Алги отмечено 22 случая ВЗ, когда кратность превышения ПДК достигала по бору 46,65 и 58,29. В районе г. Актюбинска зарегистрировано 30 случаев ВЗ с кратностью превышения по бору до 32,3 и 38,8 и по нитритному азоту до 23,5 и 21,1. У с. Целинный в 7-ми случаях концентрация бора достигала 15,3 и 19,5 ПДК.

Таким образом, в 2011 г. ВЗ воды р. Елек отмечалось в основном по бору на всем ее протяжении. В ряде случаев, главным образом в районе г. Актюбинска ВЗ регистрировалось по соединениям азотной группы.

Оценка качества вод р. Елек

Основной принцип оценки качества природных вод, официально утвержденный и повсеместно используемый в водоохраной практике, состоит в сравнении значений показателей состава и свойств исследуемой воды с существующими нормативными значениями ПДК загрязняющих веществ.

Однако лишь сравнение фактических концентраций с нормативами ПДК не позволяет комплексно оценить эффект совместного присутствия различных загрязняющих веществ и воздействие многих факторов на состояние воды водного объекта. Методы комплексной оценки качества поверхностных вод постоянно совершенствуются, предложен ряд вариантов, в той или иной степени уточняющих и дополняющих существующие методы [4, 5, 6, 7, 14, 15, 16]. Исходя из имеющихся данных о фактических концентрациях гидрохимических и токсичных показателей, более приемлемыми, на наш взгляд, являются методы, разработанные под руководством М.Ж. Бурлибаева [4, 5, 6, 7], которые использованы нами в данной работе.

Для оценки качества воды р. Елек использовались данные за 2010 г., а также в целях сравнения данные РГП «Казгидромет» МООС РК за 1987 и 1988 гг.

Для расчета комплексного индекса загрязнения воды (КИЗВ) берутся загрязняющие ингредиенты, концентрация которых превышает собственные ПДК. По материалам за 2010 г. нами взяты восемь токсичных соединений (табл. 7).

Таблица 7

Концентрация токсичных веществ, взятых для расчета КИЗВ, мг/дм³

Створ	Вещество							
	Pb	Zn	Cu	B	Fe ²⁺	NH ₄	NO ₂	F
1	0,099	0,0032	0,019	0,711	0,037	1,455	0,010	0,635
2	0,080	0,0100	0,019	0,307	0,027	2,208	0,016	0,668
3	0,099	0,0037	0,012	0,412	0,037	1,402	0,075	0,484
4	0,070	0,0042	0,012	0,260	0,048	0,033	0,448	0,348
5	0,065	0,0078	0,012	0,060	0,012	2,062	0,018	0,274
ПДК	0,01	0,01	0,001	0,017	0,005	0,5	0,08	0,05

Результаты расчета КИЗВ по ингредиентам, концентрация которых превышает собственные ПДК, приведены в табл. 8 с учетом класса опасности (K_o). Наиболее высокие значения зарегистрированы в 2010 г. по свинцу, меди, бору и фторидам.

На основе приведенных выше данных, в табл. 9 представлены средневзвешенные значения КИЗВ для речной воды по принятым для расчета показателям с учетом их класса опасности.

Как видим основной рост значений КИЗВ приходится на элементы второго класса опасности, особенно в воде 1...3 створов. Значения средневзвешенных КИЗВ постепенно снижается по длине реки.

Таблица 8

Индекс загрязненности вод с учетом класса опасности

Створ	Вещество (класс опасности)							
	Pb (2)	Zn (3)	Cu (3)	B (2)	Fe ²⁺ (3)	NH ₄ (3)	NO ₂ (2)	F (2)
1	4,95	0,11	6,33	20,9	2,47	0,97	0,06	6,35
2	4,00	0,33	6,33	9,02	1,80	1,47	0,10	6,68
3	4,95	0,12	4,00	12,1	2,47	0,93	0,47	4,84
4	3,50	0,14	4,00	7,65	3,20	0,02	2,80	3,48
5	3,25	0,26	4,00	1,76	0,80	1,37	0,11	2,74

По результатам расчета КИЗВ вода р. Елек на замыкающем створе (с. Целинное) относится к «умеренному уровню загрязнения» и на остальных створах – к «высокому уровню загрязнения» (табл. 10).

Таблица 9

Комплексные индексы загрязнения воды (КИЗВ) с учетом
класса опасности

Створ	Показатель	С учетом K_o	КИЗВ _{ср. вз.}
1	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (Pb+B+F)/n}$	10,7	7,2
	КИЗВ $K_3 = \sum \text{ИЗВ (Cu+Fe}^{2+}+\text{Fe}_{\text{общ.}}+\text{NH}_4)/n$	3,3	
2	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (Pb+B+F)/n}$	6,6	4,6
	КИЗВ $K_3 = \sum \text{ИЗВ (Zn+Cu+Fe}^{2+}+\text{Fe}_{\text{общ.}}+\text{NH}_4)/n$	2,5	
3	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (Pb+B+F)/n}$	7,3	4,9
	КИЗВ $K_3 = \sum \text{ИЗВ (Cu+Fe}^{2+}+\text{Fe}_{\text{общ.}}+\text{NH}_4)/n$	2,5	
4	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (Pb+B+NO}_2+\text{F)/n}$	4,4	4,0
	КИЗВ $K_3 = \sum \text{ИЗВ (Cu+Fe}^{2+}+\text{Fe}_{\text{общ.}}+\text{NH}_4)/n$	3,6	
5	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (Pb+B+F)/n}$	2,6	2,4
	КИЗВ $K_3 = \sum \text{ИЗВ (Cu+Fe}^{2+}+\text{Fe}_{\text{общ.}}+\text{NH}_4)/n$	2,1	

Таблица 10

Классификация водных объектов по степени загрязнения

Створ	Степень загрязнения			
	нормативно чистая ($\leq 1,0$)	умеренная (от 1,1 до 3,0)	высокая (от 3,1 до 10,0)	чрезвычайно высокая ($\geq 10,0$)
1			7,2	
2			4,6	
3			4,9	
4			4,0	
5		2,4		

На основании анализа данных за 2010 г. и выполненных расчетов уровня загрязненности водной среды р. Елек можно заключить, что концентрация и режим большинства гидрохимических и токсичных показателей не соответствуют нормативным требованиям для воды рыбохозяйственных водоемов.

Для сравнительной оценки качества воды р. Елек за последний 20-летний период ниже приводятся результаты расчета КИЗВ по материалам РГП «Казгидромет» МООС РК за 1987 и 1988 гг. Концентрация токсичных соединений, взятых для расчета, приведены в табл. 11. Повышенный уровень загрязнения характерен для хрома, фтора и бора.

В табл. 12...14 приведены результаты соответствующих расчетов по оценке качества вод. Как видно из данных таблиц, индекс загрязненности достигает высоких уровней за счет хрома, фтора и бора. По данным 1987 г. водный объект классифицируется в верховьях «высоким уровнем

загрязнения», а в замыкающем створе – «чрезвычайно высоким уровнем загрязнения». По данным 1988 г. вода всех взятых для расчета створов характеризуется «чрезвычайно высоким уровнем загрязнения».

Таблица 11

Концентрация токсичных веществ, взятых для расчета КИЗВ, мг/дм³

Створ	Год	Вещество				
		Fe _{общ.}	Cr ⁶⁺	F	B	Фенолы
1	1987	0,18		0,35	0,38	0,008
	1988			0,46	0,49	
2	1987	0,17		0,32	0,45	0,002
	1988			0,45	0,55	
3	1987	0,11		0,22	0,39	
	1988			0,27	0,39	
4	1987	0,11	0,387	0,32	0,37	
	1988			0,12	0,172	
ПДК, мг/дм ³		0,1	0,001	0,05	0,017	0,001

Таблица 12

Индекс загрязненности вод с учетом класса опасности

Створ	Год	Вещество				
		Fe _{общ.} (3)	Cr ⁶⁺ (3)	F (2)	B (2)	Фенолы (4)
1	1987	1,8		7,0	22,4	8,0
	1988			9,2	28,8	
2	1987	1,7		6,4	26,5	2,0
	1988			9,0	32,4	
3	1987	1,1		4,4	22,9	
	1988			5,4	22,9	
4	1987	1,1	387	6,4	21,8	
	1988			1,2	172	

Таблица 13

Комплексные индексы загрязнения воды (КИЗВ) с учетом класса опасности

Створ	Показатель	С учетом K _o	КИЗВ _{ср. вз.}
1987 год			
1	КИЗВ K ₂ = ∑ИЗВ (B+F)/n	14,7	8,2
	КИЗВ K ₃ = ∑ИЗВ (Fe _{общ.})/n	1,8	
	КИЗВ K ₄ = ∑ИЗВ (фенолы)/n	8,0	
2	КИЗВ K ₂ = ∑ИЗВ (B+F)/n	16,5	6,7
	КИЗВ K ₃ = ∑ИЗВ (Fe _{общ.})/n	1,7	
	КИЗВ K ₄ = ∑ИЗВ (фенолы)/n	2,0	

Створ	Показатель	С учетом K_o	КИЗВ _{ср. вз.}
3	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (В+Ф)}/n$	13,7	7,4
	КИЗВ $K_3 = \sum \text{ИЗВ (Fe}_{\text{общ}})/n$	1,1	
4	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (В+Ф)}/n$	14,1	104,1
	КИЗВ $K_3 = \sum \text{ИЗВ (Cr}^{6+} + \text{Fe}_{\text{общ}})/n$	194,1	
1988 год			
1	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (В+Ф)}/n$	19,0	19,0
2	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (В+Ф)}/n$	20,7	20,7
3	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (В+Ф)}/n$	14,2	14,2
4	КИЗВ $K_2 = \sum \text{ИЗВ (В+Ф)}/n$	10,3	48,4
	КИЗВ $K_3 = \sum \text{ИЗВ (Cr}^{6+} + \text{Fe}_{\text{общ}})/n$	86,6	

Таблица 14

Классификация водных объектов по степени загрязнения с учетом КИЗВ

Створ	Степень загрязнения			
	нормативно чистая ($\leq 1,0$)	умеренная (от 1,1 до 3,0)	высокая (от 3,1 до 10,0)	чрезвычайно высокая ($\geq 10,0$)
1987 год				
1			8,2	
2			6,7	
3			7,4	
4				104,1
1988 год				
1				19,0
2				20,7
3				14,2
4				48,4

Сопоставление результатов расчета по данным различного периода свидетельствует о том, что высокое загрязнение воды фтором и бором имеет место и в настоящее время. В 2010 г. к числу сверх нормативных загрязнителей присоединились тяжелые металлы, такие как свинец, медь и железо двухвалентное, т.е. круг загрязняющих компонентов возрос, хотя степень загрязнения речных вод несколько снизилась. Уменьшение уровня загрязнения речной воды хромом, видимо, результат проведенных на промышленных предприятиях водоохранных мероприятий.

Уровень биоаккумуляции токсикантов в рыбах р. Жайык

Изучение уровня накопления токсичных соединений в мышцах промысловых рыб, обитающих в р. Жайык имеет важное значение. Для

этого в июне 2012 г. осуществлен специальный выезд в г. Атырау для выполнения намеченных работ в нижнем течении реки.

Лов рыбы на р. Жайык произведен неводом выше г. Атырау в районе с. Бугорки. В уловах присутствовали в основном лещ, судак и жерех. Эти же наиболее массовые виды рыб взяты на токсикологический анализ в следующем количестве: разновозрастных особей леща 9 экз., судака 11 экз., жереха 4 экз. и воблы 1 экз.

Анализ тяжелых металлов проводился на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-6200 (Япония) с двухлучевой оптической системой при спектральном диапазоне 190...900 nm.

Хлорорганические пестициды и полихлорированные бифенилы определяли на газовом хроматографе «Хромос-1000» с использованием общепринятых методических руководств.

Во взятых образцах мышечных тканей рыб определяли содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Mn), хлорорганические пестициды (изомеры ГХЦГ, метаболиты ДДТ, гептахлор, альдрин, гексахлорбензол, дикофол), а также полихлорированные бифенилы (ПХБ).

Тяжелые металлы

В условиях все возрастающего антропогенного влияния на водные экосистемы на современном этапе большую актуальность приобретают исследования загрязнения водоемов тяжелыми металлами. При осуществлении комплексных программ мониторинга для оценки экологического состояния водоемов чрезвычайно важными являются данные, касающиеся особенностей накопления тяжелых металлов в тканях различных гидробионтов и включения их в биотический круговорот. Среди загрязняющих веществ значительную опасность для водной биоты представляют тяжелые металлы, поскольку в отличие от органических загрязнителей, металлы не распадаются и не исчезают, а могут только перераспределяться по компонентам экосистемы водоема. Полученные результаты по концентрации тяжелых металлов в мышцах, взятых для анализа рыб представлены в табл. 15.

Данные табл. 15 показывают, что наиболее высокие значения в мышцах рыб имеет цинк, максимальный уровень его (до 20 мг/кг, в среднем 10,1 мг/кг) отмечен в мышечной ткани леща. Повышенные концентрации меди, кадмия и никеля обнаружены в мышцах судака и жереха, т.е. хищных видов рыб. Содержание свинца и марганца изменялось несущественно в мышцах изученных рыб и не отличалось заметным межвидовым различием.

Уровень кумуляции металлов в мышцах рыб р. Жайык в мг/кг

Элемент	Вид рыбы					
	лещ		судак		жерех	
	min...max	среднее	min...max	среднее	min...max	среднее
Zn	4,6...20,0	10,1	2,2...8,6	6,4	4,2...15,2	8,4
Cu	1,2...4,2	2,7	4,6...6,4	5,2	4,4...5,4	5,0
Pb	2,6...4,0	3,4	2,0...3,7	2,6	2,6...4,0	3,7
Cd	0,2...1,6	0,6	0,8...1,6	1,1	0,4...1,6	1,1
Ni	2,2...4,6	3,9	3,6...6,8	5,6	2,8...7,6	5,1
Mn	2,2...3,6	2,8	2,2...4,8	3,5	2,2...2,8	2,5

Для сравнительной характеристики зарегистрированного уровня кумуляции металлов в рыбах р. Жайык в табл. 16 приведены данные, полученные нами по другим водоемам республики.

Сопоставление полученных данных по уровню накопления тяжелых металлов в аналогичных видах рыб, обитающих в отдельных водоемах, свидетельствует о том, что в рыбах р. Жайык остаточная концентрация элементов характеризуется повышенными значениями. Исключение представляют цинк, повышенные концентрации которого регистрируются и в ихтиофауне других водоемов, а также свинец, достигавший в последние годы в рыбах оз. Балхаш 2,66 мг/кг. Повышенный уровень кумуляции металлов в рыбах данной реки обусловлен, вероятно, загрязненностью водной среды этими элементами.

Максимально-допустимый уровень (МДУ) в мышцах рыб меди составляет 10 мг/кг, кадмия 0,2 мг/кг, свинца 1,0 мг/кг, цинка 40 мг/кг и никеля 0,5 мг/кг. Определенные концентрации меди и цинка ниже нормативных пределов (см. табл. 15). Свинец по своей средней концентрации превышает МДУ от 2,6 раза в судаке, до 3,7 раза – в жерехе, кадмий в отдельных особях леща отмечался на МДУ, но средние концентрации изменяются в пределах 3...5 ПДК. МДУ для никеля в нормативных документах отсутствуют, лишь во временном источнике приводится значение 0,5. Если принять этот МДУ, то по средним концентрациям никель будет превышать нормативный предел от 3,9 до 5,6 раз, максимум до 7,6 раза в мышцах жереха.

Хлорорганические пестициды

Большую опасность для водных организмов представляют стойкие хлорорганические пестициды (ХОП), поскольку они не только обладают токсичностью, но и накапливаются, причем накопление усиливается по мере продвижения по пищевым цепям – от низших организмов к высшим, т.е. происходит их концентрирование.

Таблица 16

Данные по остаточной концентрации металлов в рыбах отдельных водоемов Казахстана, в мг/кг

Водный объект	Период наблюдения	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Mn
оз. Балхаш	1993...2001	2,14	1,35	1,46	0,09	0,30	0,70
оз. Балхаш	2002	6,66	0,40	1,08	0,08	1,04	0,62
оз. Балхаш	2010	2,76...6,16	0,40...0,92	0,40...2,66	0,03...0,20	Нет данных	Нет данных
Кашагайское вдхр.	2003, 2004, 2011	8,22	0,46	0,55	0,10	Нет данных	Нет данных
р. Иле	2004	3,49...6,23	0,25...0,50	0,43...0,88	0,05	0,27...0,64	
Шардаринское вдхр.	2004, 2005	3,50...14,5	0,36...1,04	0,07...0,77	0,04...0,12	0,40...0,86	
р. Жайык	2012	8,20	4,21	3,10	0,92	4,90	3,00

Пестициды, такие как: ДДТ, альдрин, гептахлор, а также промышленные химикаты: полихлорбифенилы (ПХБ) и гексахлорбензол входят в число 12 стойких органических загрязнителей (СОЗ), определенных Стокгольмской конвенцией в 2000 г. СОЗ – разнообразная группа химических веществ, обладающих высокотоксичными свойствами, проявляющих устойчивость к разложению и способных к активной биоаккумуляции. Они являются объектами трансграничного переноса по воздуху, воде, мигрирующими видами животных, а также осаждаются на большом расстоянии от источника, накапливаясь в экосистемах суши, морей и внутренних водоемов.

Среди химических веществ СОЗ представляют особую опасность и в Казахстане. В мае 2001 г. Правительством Республики Казахстан была подписана Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. Этой конвенцией предусмотрены запретительные и ограничительные меры в отношении веществ, включенных в перечень СОЗ.

По результатам более ранних исследований стабильности пестицидов в различных средах указывалось, что гексахлоран обнаруживается в воде водоемов в течение 360 суток. Однако наши исследования и исследования многих других авторов свидетельствуют о присутствии хлорорганических пестицидов в водных экосистемах и в настоящее время, несмотря на то, что использование ядохимикатов этого класса в сельском хозяйстве давно запрещено. Поступление их в поверхностные и морские воды, видимо, обусловлено высокой устойчивостью к биодegradации и большим периодом полураспада, который, по оценкам разных авторов, составляет от 7 до 38 лет. Специалисты полагают, что загрязнение водной среды пестицидами по-прежнему представляет опасность.

Повышенное содержание остаточных количеств химических веществ в гидробионтах, в частности рыбах, создает угрозу их существованию и делает их непригодными и для использования в пищевых целях. Одним из основных критериев опасности токсических веществ, особенно с точки зрения оценки их способности вызывать хроническое отравление, являются данные о кумулятивных свойствах.

В настоящее время большое научно-практическое значение представляет изучение бионакопления пестицидов и выявление их способности к локализации в репродуктивных органах рыб для прогнозирования гонадотоксического действия вещества. Накопление пестицидов, обладающих гонадотропным действием, в репродуктивных органах ценных про-

мысловых рыб вызывает ослабление интенсивности процесса размножения, что приводит к сокращению их численности.

Накопившиеся в жировых запасах пестициды оказывают подобного рода губительное воздействие только в том случае, когда запасы жира являются единственным источником энергии. У осетровых рыб это имеет место, например, в ранней стадии их постэмбрионального развития и в период нерестовых миграций. Поскольку эти виды во время долгих нерестовых миграций почти не питаются, то основным источником энергии в течение всего периода миграции служат жировые запасы.

Поступление пестицидов в жировое депо и мобилизация жировых запасов осуществляется только через печень, т.е. чем больше накопление пестицидов в жировом депо и чем больше расход жира, тем больше окажется пестицидов в печени.

При хроническом токсикозе массовую гибель рыб могут спровоцировать все же факторы, воздействие которых вызывает повышение интенсивности обмена, т.е. расхода энергии. Их гибель может возникнуть даже при незначительном повышении загрязнения водоема, при резком повышении или снижении температуры воды или кратковременном дефиците кислорода, что не оказывало бы существенного влияния на рыб, не подвергавшихся хроническому токсикозу. В таких случаях происходит гибель только тех экземпляров рыб, которые в наибольшей степени были поражены хроническим токсикозом. У погибших осетров и севрюг содержание жира в печени превышало 60 %, тогда как у живых экземпляров оно наблюдалось в пределах 12...33 %.

Установлено, что при больших уровнях накопления пестицидов хронический токсикоз проявляется в виде язв у судака и других видов рыб. Показано, что последствия хронического токсикоза в наиболее выраженной форме проявляется у судака определенного возраста. В период полового созревания у судака (4...6 летнего возраста) масса полостного жира резко снижается, а у старших возрастных групп она снова повышается. Усиление использования полостного жира при повышении энергетических затрат обуславливает резкое увеличение содержания пестицидов в печени. Следовательно, печень судака этих возрастных групп в наибольшей степени подвергается воздействию пестицидов. Язвенное заболевание является проявлением хронического токсикоза хлорорганическими пестицидами, чему наиболее подвержены особи, вступившие в период полового созревания.

Высокому пестицидному загрязнению были подвержены почти все водоемы и водотоки РК. Лишь в последние 10...15 лет интенсивность этого процесса заметно снизилась, однако наличие их регистрируется в водных экосистемах особенно тех, которые питаются стоками трансграничных рек.

Хлорорганические пестициды определялись нами в тех же видах и экземплярах рыб, в которых анализировали тяжелые металлы. В мышечных тканях рыб, взятых для анализа, такие ядохимикаты как альдрин, гексахлорбензол, дикафол обнаружены не были. Изомеры ГХЦГ зарегистрированы в мышцах всех вскрытых экземплярах рыб, т.е. встречаемость этих токсикантов 100 % (табл. 17). Метаболиты ДДТ регистрировались не во всех особях, они обнаружены в 18 % судака, взятых для анализа, максимальная встречаемость у леща 89 %. Примерно в половине взятых мышечных пробах леща и судака отмечен гептахлор, а в жерехе встречаемость составила 25 %.

Таблица 17

Уровень накопления пестицидов в мышцах рыб р. Жайык в мкг/кг

Пестициды	Показатель	Вид рыб		
		лещ	судак	жерех
ГХЦГ	пределы	5,0...64,0	4,6...37,9	2,9...5,0
	среднее	20,6	11,3	3,8
	% встречаемости	100	100	100
ДДТ	пределы	0,0...1450,0	0,0...6,9	0,0...8,8
	среднее	175,7	-	4,9
	% встречаемости	89	18	75
Гептахлор	пределы	0,0...15,0	0,0...18,0	0,0...3,4
	среднее	7,8	7,8	-
	% встречаемости	56	55	25

В мышцах всех взятых для анализа рыб, концентрация изомеров ГХЦГ менялась в интервале от 2,9 до 64,0 мкг/кг. Максимальное их накопление отмечено на уровне 62 и 64 мкг/кг лишь в двух особях леща и в одном экземпляре судака – 37,9 мкг/кг, в остальных рыбах было значительно ниже. В меньшей степени ГХЦГ концентрируется в мышцах жереха (2,9...5,0 мкг/кг). Метаболиты ДДТ, как по встречаемости, так и по концентрации больше кумулируются в мышцах леща, причем максимум их (36 мкг/кг, 1450 мкг/кг) зарегистрирован в тех же трех экземплярах, в которых выявлено наибольшее содержание ГХЦГ. Аномально высокая концентрация метаболитов ДДТ в мышцах единственного экземпляра ле-

ща, достигавшая 1450 мкг/кг, трудно объяснимое явление, однако исключать подобные случаи, нельзя.

По исследованиям авторов среднее содержание этих поллютантов в мышцах леща и судака Капшагайского и Шардаринского водохранилищ составило 170 мкг/кг и 439 мкг/кг, в половых продуктах 3320 мкг/кг и 573 мкг/кг, а во внутреннем жире 1526 мкг/кг и 1361 мкг/кг соответственно. Можно предположить, что в бассейне р. Жайык в вегетационный период имеют место какие-то источники заражения гидрофауны токсикантами.

Наиболее высокое содержание гептахлора зарегистрировано в мышцах единичных экземпляров леща (12...15 мкг/кг) и судака (11...18 мкг/кг). В подавляющем большинстве случаев уровень концентрации был в пределах 2...6 мкг/кг. Среднее его содержание в мышечной ткани леща и судака оказалось равным 7,8 мкг/кг, в большинстве проб жереха он не был обнаружен (табл. 17).

В целях сравнительной оценки уровня кумуляции пестицидов в ихтиофауне р. Жайык в табл. 18 представлены полученные нами данные по ряду главных водоемов Казахстана в разные годы.

Таблица 18

Сведения об остаточных концентрациях пестицидов в рыбах главных водоемов Казахстана, мкг/кг

Водный объект	Период наблюдения	Лещ		Судак		Жерех	
		ГХЦГ	ДДТ	ГХЦГ	ДДТ	ГХЦГ	ДДТ
Шардаринское вдхр.	2005	1,6	3,1	0,08	0,1	0,11	2,2
Капшагайское вдхр.	1990	28	250	4,0	26		
	2003	0,021	0,156	0,110	0,26	0,074	0,768
Оз. Балхаш	1993	3,88	3,10	4,18	6,46	3,05	1,60
	2005	0,07	0,62	0,12	0,93		
Оз. Сасыкколь	1989	12,8	0,4	3,8	1,4		
	2004	0,19	не обн.	0,19	не обн.		
Малое Аральское море	1997	6,39	6,39	1,66	1,66		
	2003	0,44	0,44	0,04	0,04		
Река Жайык	2012	20,6	176 (18,8)	11,3	0,0...6,9	3,6	4,9

Из данных табл. 18 видно повышенное содержание поллютантов в рыбах р. Жайык. По результатам анализов 2012 г. токсиканты в ихтиофауне р. Жайык сопоставимы с концентрациями в рыбах разных водоемов в девяностые годы. Этот период был наиболее высоким в уровне загрязне-

ния пестицидами водоемов республики. В последующий период, например, в 2003...2005 гг., уровень накопления пестицидов в органах и тканях ихтиофауны в главных водных бассейнах Казахстана существенно уменьшился, о чем свидетельствуют данные табл. 18.

Следует отметить, что достоверность полученных нами аналитических данных не должна вызывать сомнения, так как все анализы были получены по одной методике и в одной лаборатории Института проблем питания (ныне ТОО «Нутритест») одними и теми же высоко квалифицированными специалистами.

Сведений об уровнях накопления пестицидов в ихтиофауне р. Жайык в литературных источниках нам не удалось встретить. Весной 2004 и 2005 гг. в устье р. Жайык нами изучался уровень кумуляции пестицидов в мышцах и печени осетровых видов рыб, заходящих из моря в реку во время нерестовой миграции. Полученные данные приводятся в табл. 19.

В мышцах осетровых видов в 2004 г. изомеры ГХЦГ не были обнаружены. Наличие ДДТ отмечено в севрюге и в невысоком количестве в мышцах белуги.

Таблица 19

Уровень накопления пестицидов в мышцах и печени осетровых видов рыб в 2004 и 2005 гг.

Вид рыбы	2004 год		2005 год			
	ГХЦГ	ДДТ	ГХЦГ (изомеры)			
	мышцы		мышцы		печень	
	мкг/кг		мкг/кг	% встречаемости	мкг/кг	% встречаемости
Севрюга	не обн.	0,0...40	0,0...1,6	25	0,0...2,0	37
Осетр	не обн.	не обн.	0,0...2,0	60	0,0...2,0	60
Белуга	не обн.	10,0	1,0...2,0	100	0,0...1,2	50
Шип			0,0...1,7	75	0,0...2,8	50
МДУ, мкг/кг	30	300	30			

Весной 2005 г. в органах и тканях осетровых метаболиты ДДТ не были обнаружены. Однако накопление изомеров ГХЦГ приобрело более массовый характер, хотя концентрация их была не столь высока. В мышцах взятых для анализа осетровых встречаемость этих токсикантов была в интервале от 25 % для севрюги до 100 % для белуги, в печени от 37 до 60 % максимум также характерен для белуги, а минимум – для севрюги. Обнаруженные концентрации токсикантов в целом не высоки: от 1,0 до 2,0 мкг/кг в мышцах и от 1,2 до 2,8 в печени рыб.

Согласно отчетным сведениям КаспНИИРХа, уровень накопления пестицидов белугой выше, чем осетром и севрюгой. В данном источнике указано, что летом 2002 г. накопление пестицидов в органах и тканях рыб Северного Каспия составляло по сумме ГХЦГ от 0,3 до 7,6 мкг/кг, по ДДТ – от 1,0 до 81,45 мкг/кг. Следовательно, полученные нами результаты свидетельствуют о заметном снижении в 2004 и 2005 гг. уровня накопления пестицидов в органах и тканях осетровых видов рыб Северного Каспия.

В мышцах частиковых рыб, обитающих в устьевой зоне р. Кигаш, в отличие от осетровых, выловленных в устье р. Жайык, зарегистрировано наличие изомеров ГХЦГ и метаболитов ДДТ. Изомеры ГХЦГ обнаружены в редких случаях, в основном в мышцах рыб, выловленных в мелководной акватории восточной части дельты Волги. Наличие этих токсикантов в более повышенных концентрациях (0,70...2,5 мкг/кг) обнаружены в основном в мышцах сазана, с 75 % обнаружения (табл. 20).

Таблица 20

Уровень накопления пестицидов в мышечной ткани частиковых рыб устьевой зоны р. Кигаш

Вид рыб	ГХЦГ (изомеры)		ДДТ (метаболиты)	
	мкг/кг	% встречаемости	мкг/кг	% встречаемости
Сазан	0,0...2,50	75	0,0...20,0	75
Сом	0,0...0,2	30	10,0...20,0	100
Лещ	не обн.		0,0...140	50
Щука	не обн.		60,0	
Карась	не обн.		40,0	
Красноперка	0,0...0,20	25	0,0...25,0	50
МДУ, мкг/кг	30		300	

Метаболиты ДДТ зарегистрированы почти во всех анализированных рыбах, процент встречаемости их составил от 50 до 100. Наиболее высокие концентрации ДДТ от 60 до 140 мкг/кг в сазане, леще, а из хищных видов в соме и щуке. Из приведенных данных следует, что в зоне восточных рукавов дельты Волги и мелководной акватории моря, находящейся под влиянием волжского стока, уровень накопления пестицидов в рыбах значительно выше, чем в другой части Северного Каспия.

Водная среда этой территории отличается повышенным содержанием хлорорганических пестицидов. Уровень кумуляции пестицидов в мышцах и печени осетровых видов рыб, вылавливаемых в устье р. Жайык во время весеннего нерестового хода, характеризовался невысокими значениями. Это может быть обусловлено сравнительно низкой пестицидной

загрязненностью водной среды и кормовых объектов акватории моря, где нагуливались пойманные особи. Повышенная пестицидная загрязненность волжского стока является причиной достаточно высокого накопления этих токсикантов в органах и тканях рыб устьевой зоны р. Кигаши и северо-восточной акватории моря.

Из приведенных выше данных в целом следует, что накопление пестицидов в ихтиофауне устьевых зон рек Жайык и Кигаши (восточные рукава дельты Волги) имеет повышенный уровень, по сравнению с другими водоемами РК. Это может быть результатом пестицидной загрязненностью не только волжского стока, но и воды р. Жайык, в бассейне которой широки масштабы сельскохозяйственного освоения.

По существующим нормативным документам МДУ для пресноводных рыб по изомерам ГХЦГ – 30 мкг/кг, по метаболитам ДДТ – 300 мкг/кг. В мышцах двух особей леща и одного судака наблюдалось превышение нормативов по ГХЦГ 2,1 МДУ для леща и 1,2 МДУ – для судака. По накоплению ДДТ превышение МДУ отмечено лишь в одном случае.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ)

ПХБ наряду с другими хлорорганическими соединениями (ДДТ, ГХБ, ГХЦГ) являются в настоящее время загрязняющими веществами, распространенными в глобальном масштабе. Этому способствует их высокая стабильность (это самые устойчивые химические соединения), гидрофобность (слабо вымываются осадками) и значительный объем применения. Пути попадания ПХБ в природную среду:

сжигание твердых отходов на свалках, особенно при неполном сгорании красок, пластмасс, покрытий (до 60 %);

смыв со свалок;

сбросы промышленных стоков и утечки на производстве.

Установлено, что пресноводная рыба основной и опасный источник поступления ПХБ в организм людей. В воде водоема концентрация ПХБ может быть выше его растворимости, что связано с адсорбцией взвешенными веществами.

Органы и ткани рыб по уровню в них ПХБ, можно выстроить в следующий ряд: печень → яичники → почки → семенники → мышцы, и по содержанию в липидном экстракте: яичники → печень → мышцы → почки → семенники.

Для низших водных организмов (фитопланктон) концентрации ПХБ порядка 5 мкг/дм³ уже токсичны. Водные организмы абсорбируют ПХБ

прямо из воды в зависимости от продолжительности экспозиции и концентрации. Морской зоопланктон может накапливать до 5 мг/кг в экстрагируемых липидах, сельдь, питающаяся ими, – до 10 мг/кг (в экстрагируемом жире). В длительных экспериментах гибель рыбы отмечалась при концентрации 5 мкг/дм³, при этом молодые особи отличались большей чувствительностью, рост мальков нарушился при концентрации 2,2 мкг/дм³.

ПХБ в объектах водной экосистемы водоемов Казахстана практически не изучаются. Наблюдение за динамикой этих токсикантов не ведется и сетью Казгидромета. Некоторые сведения по уровню концентрации ПХБ в воде и рыбах отдельных водоемов Казахстана получены авторами.

Интересная картина распределения ПХБ зарегистрирована нами в устье р. Жайык во время весенней нерестовой миграции 2005 г. Сто процентная встречаемость ПХБ обнаружена в 8-ми экз. севрюги взятых для анализа: концентрация в мышцах составила от 2,95 до 45,0 мкг/кг, в печени – от 3,96 до 44,9 мкг/кг, в белуге (1 экз.) 59,8 мкг/кг в мышцах и 29,5 мкг/кг – в печени. Во взятых на токсикологическое вскрытие 3 экз. осетра и 4 экз. шипа эти токсиканты обнаружены не были.

Как показали приведенные выше результаты наших ранних исследований, водная экосистема трансграничного Жайык-Каспийского бассейна также подвержена загрязнению ПХБ. Поэтому оценить современный уровень загрязненности ихтиофауны р. Жайык целесообразно.

Полученные нами результаты хроматографического анализа собранных в июне 2012 г. образцов тканей рыб на содержание полихлорированных бифенилов представлены в табл. 21.

Таблица 21

Уровень кумуляции ПХБ в мышечных тканях рыб р. Жайык в мкг/кг

Показатель	Лещ	Судак	Жерех
Min...max	80,0...316,0	22,0...177,0	102,0...140,0
Среднее	167,7	97,4	118,5
% встречаемости	100	100	100

Из данных табл. 21, прежде всего, видно, что этот токсикант в тканях всех взятых для анализа рыб встречается в 100 % случаев. Эти данные являются показателем того, что водная экосистема реки загрязнена высоко токсичным соединением ПХБ.

Наиболее высокий уровень кумуляции поллютантов обнаруживается в мышцах представителя «мирных» рыб – бентофага леща до 316,0 мкг/кг. Менее подвержены загрязнению хищники – судак и жерех,

хотя в особях последнего вида концентрация токсиканта повышена от 102,0 до 140,0 мкг/кг.

Известно, что основное депо соединений ПХБ находится в донных отложениях, причем наиболее высокие концентрации наблюдаются в черном иле, минимальные в песчаных образованиях. Эти закономерности, очевидно, характерны и для р. Жайык и являются обоснованием причины высокой аккумуляции токсиканта в тканях леща.

Повышенный уровень ПХБ в тканях жереха можно объяснить теми особенностями его биологии, что он относится к видам рыб смешенного питания особенно в младшевозрастных стадиях.

В Государственной системе санитарно-эпидемиологического нормирования РК (СанПиН № 4.01.071.03), утвержденных 11.06.2003 г. №447, допустимые уровни ПХБ в мышцах рыб – 2 мг/кг.

Сопоставление полученных нами данных с нормативным уровнем свидетельствуют о том, что в мышечных тканях изученных представителей ихтиофауны р. Жайык концентрация ПХБ значительно ниже МДУ.

На основе выполненных в 2012 г. полевых и лабораторных исследований получены достаточно подробные сведения о современных уровнях кумуляции тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов и полихлорированных пестицидов в тканях наиболее массовых видов рыб р. Жайык.

В основной массе изученных экземпляров рыб зарегистрирована остаточная концентрация указанных выше токсичных соединений. Сопоставление полученного аналитического материала с действующими нормативными документами показали превышение максимально-допустимого уровня (МДУ) в мышцах рыб по ряду тяжелых металлов, таких как свинец и кадмий. Поллютанты органического происхождения (пестициды и ПХБ) зарегистрированы в мышцах рыб ниже нормативных уровней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А. Некоторые вопросы гидрохимического режима дельты р. Урал // Сб. «Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование». – 1966. – Вып. 5. – Изд-во АН КазССР, – С. 46-57.
2. Амиргалиев Н.А. О неоднородности минерализации воды в отдельных рукавах дельты р. Урал // Известия АН КазССР. – Серия химическая. – 1966. – Вып. 3. – С.13-19.
3. Анализ гидрологического режима трансграничных водоемов и определение его влияния на формирование биоресурсов. Западно-

- Казахстанская область: Отчет о НИР – Уральск, 2005. – 49 с. – Отв. исполн. Н.А. Амиргалиев, У.Т. Таубаев.
4. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистемы трансзональных рек Казахстана. – Алматы: Каганат, 2007. – 515 с.
 5. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Павличенко Л.М., Муртазин Е.Ж. Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Астана, 2012. – 80 с.
 6. Бурлибаев М.Ж., Байманов Ж.Н., Тажмагамбетов Е.А. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Алматы: Ғылым, 2007. – 95 с.
 7. Бурлибаев М.Ж., Павличенко Л.М., Шестернева О.Г. К концепции комплексной оценки качества поверхностных вод // Гидрометеорология и экология. – 1998. – № 3-4. – С. 86-112.
 8. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории Казахской ССР за 1987 г. – Алматы, 1988. – 411 с.
 9. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории Казахской ССР за 1989 г. – Ч. 1. – Алма-Ата, 1990. – 145 с.
 10. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории Казахской ССР за 1992 г. – Алматы, 1993. – 164 с.
 11. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории Казахской ССР за 1988 г. – Алматы, 1989. – Ч. II. – 379 с.
 12. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды РК за 2011 г. Астана, 2012. – 210 с.
 13. Информационный бюллетень об экологической и радиоэкологической ситуации в приграничных районах трансграничных рек Республики Казахстан за 2011 год. – Астана, 2012. – 76 с.
 14. Методические рекомендации по нормализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М.: 1988. – 10 с.
 15. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию (ПР РК 52.5.06-00). / Разработчик к.г.н. М.Ж. Бурлибаев. – Алматы: 2001. – 74 с.

16. Никаноров А.М. Емельянова В.П. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 32.– № 1 – С. 61-69.

Поступила 12.03.2013

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бүрлібаев
Геогр. ғылымд. докторы	Н.А. Амиргалиев
	И.В. Шенбергер
	А.С. Первалов
	Д.М. Бүрлібаева

**ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІНІҢ ҚАЗІРГІ КЕЗДЕГІ ГИДРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ,
ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ
КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУЛЕРІ**

Бүгінгі таңда Қазақстан Республикасы және Ресей Федерациясының арасында трансшекаралық өзендер туралы жүріп жатқан келісімде Жайық және Елек өзендерінің су сапасы туралы ешқандай келіссөз, шешім қабылданбай отыр. Бар проблемалар тек өзендердің ағын суын қараумен шектелуде. Біз білетіндей, Жайық пен Електің су сапасы ешқандай нормативтерге сәйкес келмейді. Сол себептен қарастырылып отырылған ғылыми жұмыс Жайық пен Електің гидрохимиялық режімін және токсикологиялық көсеткіштерін зерттеуге арналады.

УДК 556.18.004.14

А.В. Галаева *

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ HBV ДЛЯ
МОДЕЛИРОВАНИЯ СТОКА РЕК ИЛИ И ИРТЫШ***МОДЕЛИРОВАНИЕ, СТОК РЕК, ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА*

Рассматривается возможность применения модели HBV для моделирования стока рек Или и Иртыш. Показаны результаты моделирования стока за предшествующий период.

В последнее время все большее число ученых обеспокоено изменением климата и его влиянием на водные ресурсы. Для Республики Казахстан этот вопрос является наиболее актуальным для трансграничных бассейнов Или и Иртыша (Черный Иртыш), верхние части которых находятся в пределах КНР.

Для исследования возможной уязвимости водных ресурсов рек используется множество гидрологических моделей. В данном исследовании стояла задача выявить возможность использования HBV для моделирования стока трансграничных рек в условиях изменения климата.

Модель HBV разработана в Шведском институте метеорологии и гидрологии (Bergstrom, 1995). Она позволяет моделировать (прогнозировать) сток. Это компьютеризированная модель водосбора, которая преобразует осадки, потенциальное испарение и тающий снег в речной сток с помощью моделирования естественных гидрологических процессов [3]. С помощью HBV возможно разделить водосбор на суббассейны, высотные и растительные зоны. В течение последних 20 лет HBV-модель стала широко использоваться для прогнозирования стока в Швеции.

Модель включает ряд процедур, описывающих накопление снега и его таяние, расчет почвенной влаги, учета подземных вод и расчета гидрографа стока (рис. 1).

Необходимые входные данные для модели HBV:

- средневзвешенные осадки, а также распределение осадков по высотным зонам;

* Казгидромет, г. Алматы

- средневзвешенные значения температуры воздуха, и ее распределение по высотным зонам;
- потенциальное испарение.



Рис. 1. Схема структуры HBV-модели.

Основная программа, реализующая модель HBV, написана на языке FORTRAN, в то время как графический интерфейс пользователя (GUI) работает в системе Windows 95/NT. Система используется на персональном компьютере.

Модель обладает обширными средствами графического представления информации. Результаты расчета представляются в виде массивов информации или графиков и включают осадки, зарегистрированный или рассчитанный сток, накопленные разности между зарегистрированным и рассчитанным стоком, рассчитанную влажность почвы, накопленный снег, стаянный снег и испарение, а также статистический анализ результатов.

Для того чтобы смоделировать сток рек Или и Черный Иртыш с помощью модели HBV необходимо было собрать не только входные метеорологические данные, но также и данные подстилающей поверхности, предварительно обработанные и проанализированные в программе ArcGis.

Для бассейнов рек Или и Иртыш были собраны и обработаны следующие данные:

- рассмотрен вид подстилающей поверхности бассейна;
- построена цифровая модель рельефа (рис. 2, 3);
- площадь рассматриваемого бассейна была распределена по высотным зонам;
- в пределах площади водосбора были выделены склоны различных экспозиций – северной, южной, западной и восточной;

- была распределена площадь ледников по высоте и по экспозиции склонов.

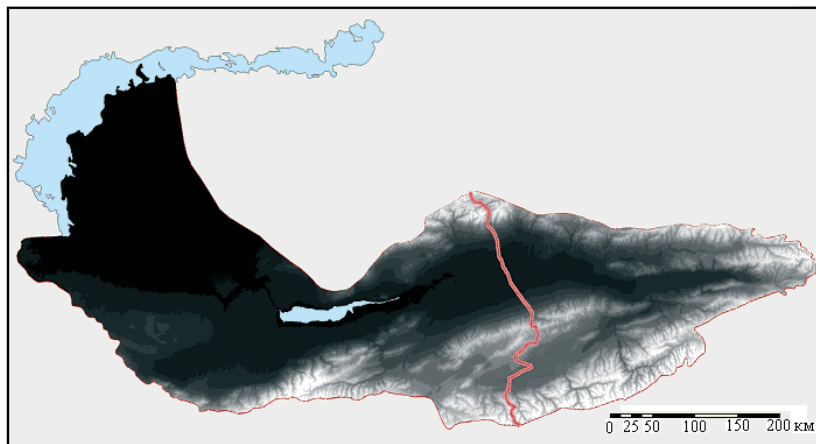


Рис. 2. Цифровая модель рельефа бассейна реки Или.

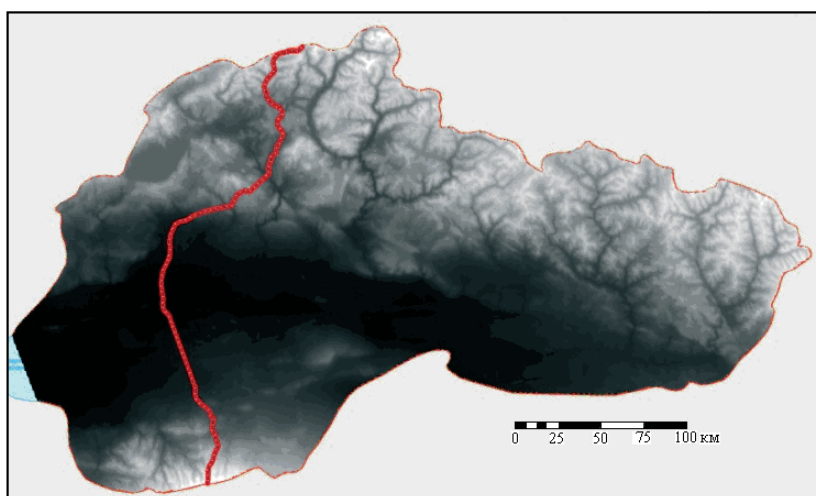


Рис. 3. Цифровая модель рельефа бассейна реки Черный Иртыш.

С помощью цифровой модели рельефа, а также специальных функций программы ArcGis, площадь исследуемого бассейна была распределена по высотным зонам и по экспозициям склонов (рис. 4, 5).

Моделирование стока проводилось на примере 1949 года, т.е. за период до строительства Капчагайского водохранилища. Были собраны необходимые данные по среднемесячной температуре воздуха, сумме осадков, потенциальному испарению, измеренные на М Капчагай (496 м). Для проверки результатов моделирования, полученный гидрограф стока сравнивался с наблюдаемым стоком, измеренным в створе р. Или – урочище Капчагай [2].

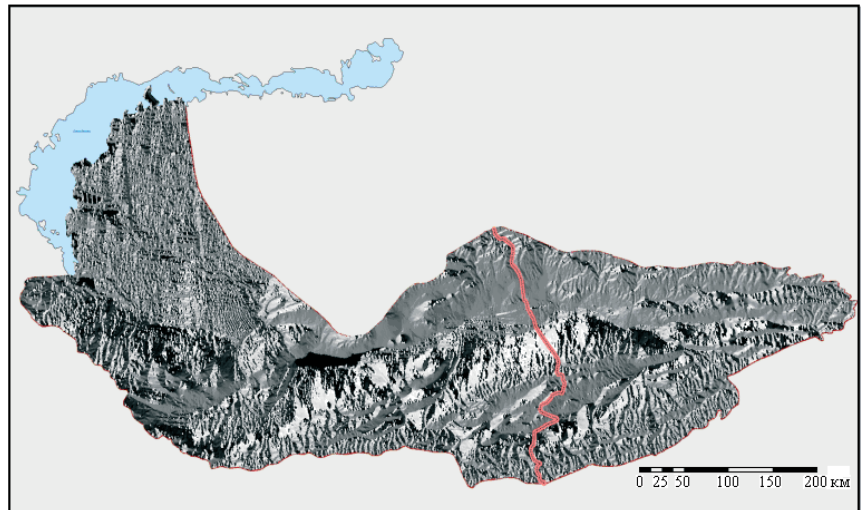


Рис. 4. Склоны различной экспозиции в бассейне реки Или.

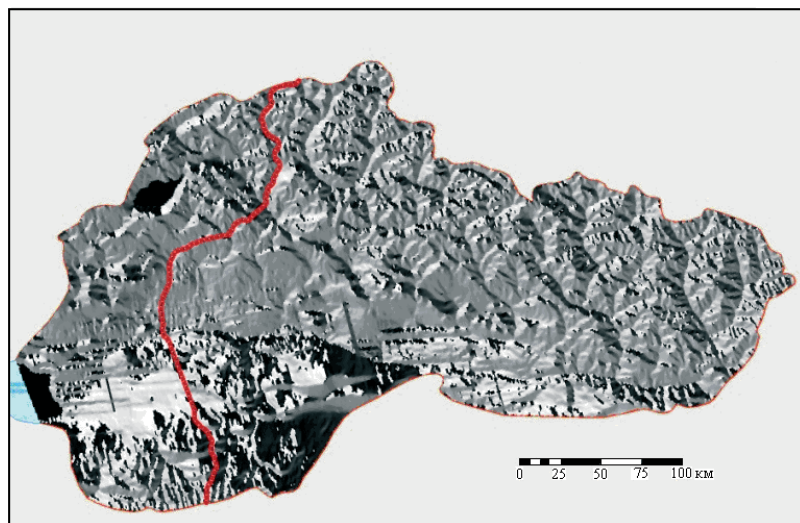


Рис. 5. Склоны различной экспозиции в бассейне реки Черный Иртыш.

Результаты моделирования стока р. Или приведены на рис. 6. Моделирование стока р. Черный Иртыш производилось на примере 1963 года, т.е. за период, когда влияние хозяйственной деятельности на сток было незначительным [1]. Необходимые метеорологические данные (среднемесячная температура воздуха, сумма осадков, потенциальное испарение) брались по данным измерений М Зайсан (604 м). Для проверки результатов моделирования, полученный сток сравнивался с наблюдаемым стоком, измеренным в створе р. Черный Иртыш – с. Буран. Результаты моделирования стока р. Черный Иртыш приведены на рис. 7.

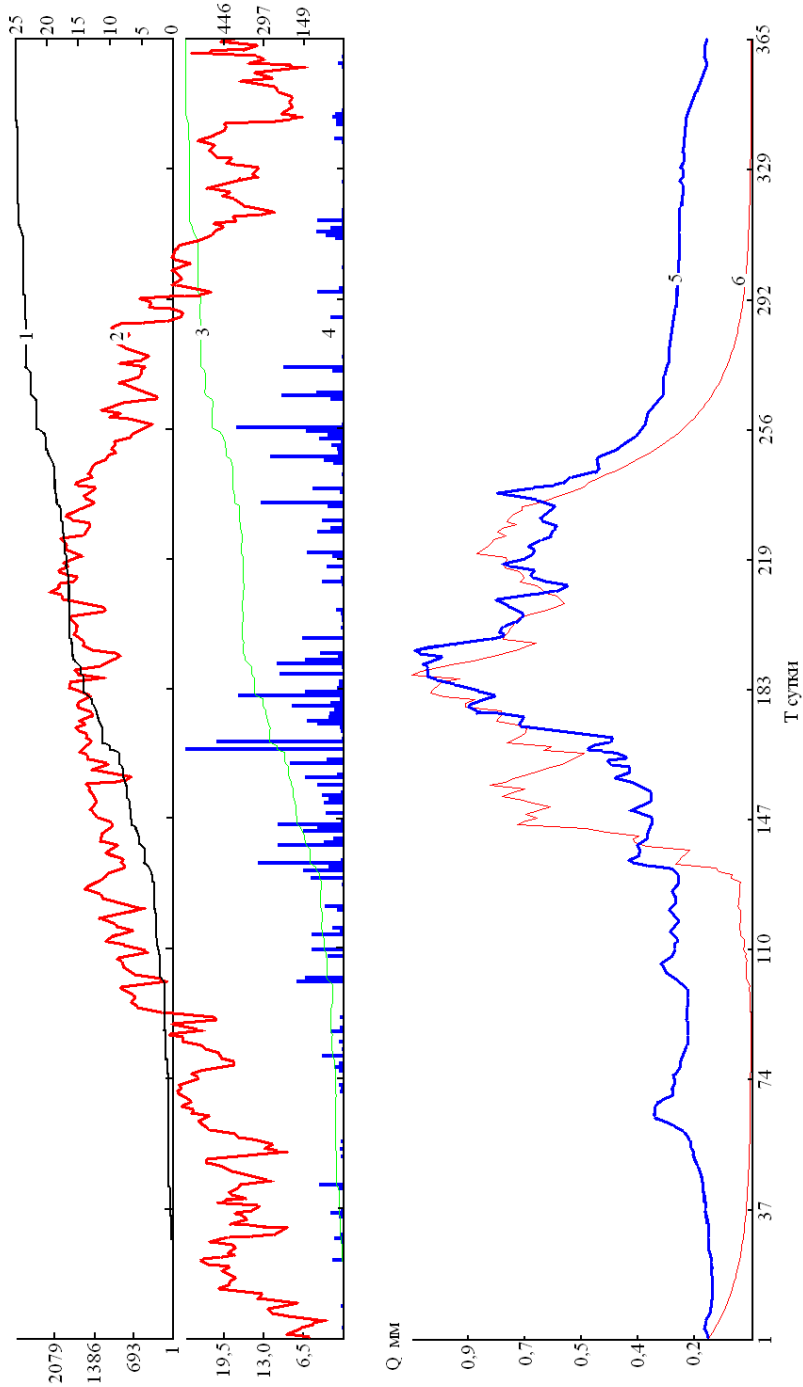


Рис. 6. Смоделированный сток р. Или – 164 км выше Капшагайской ГЭС за 1949 г. 1 – Суммарная разница между смоделированным и наблюдаемым стоком; 2 – наблюдаемые значения температуры воздуха; 3 – смоделированные снегозапасы; 4 – наблюдаемые значения осадков, 5 – наблюдаемый сток, мм/день; 6 – смоделированный сток, мм/день.

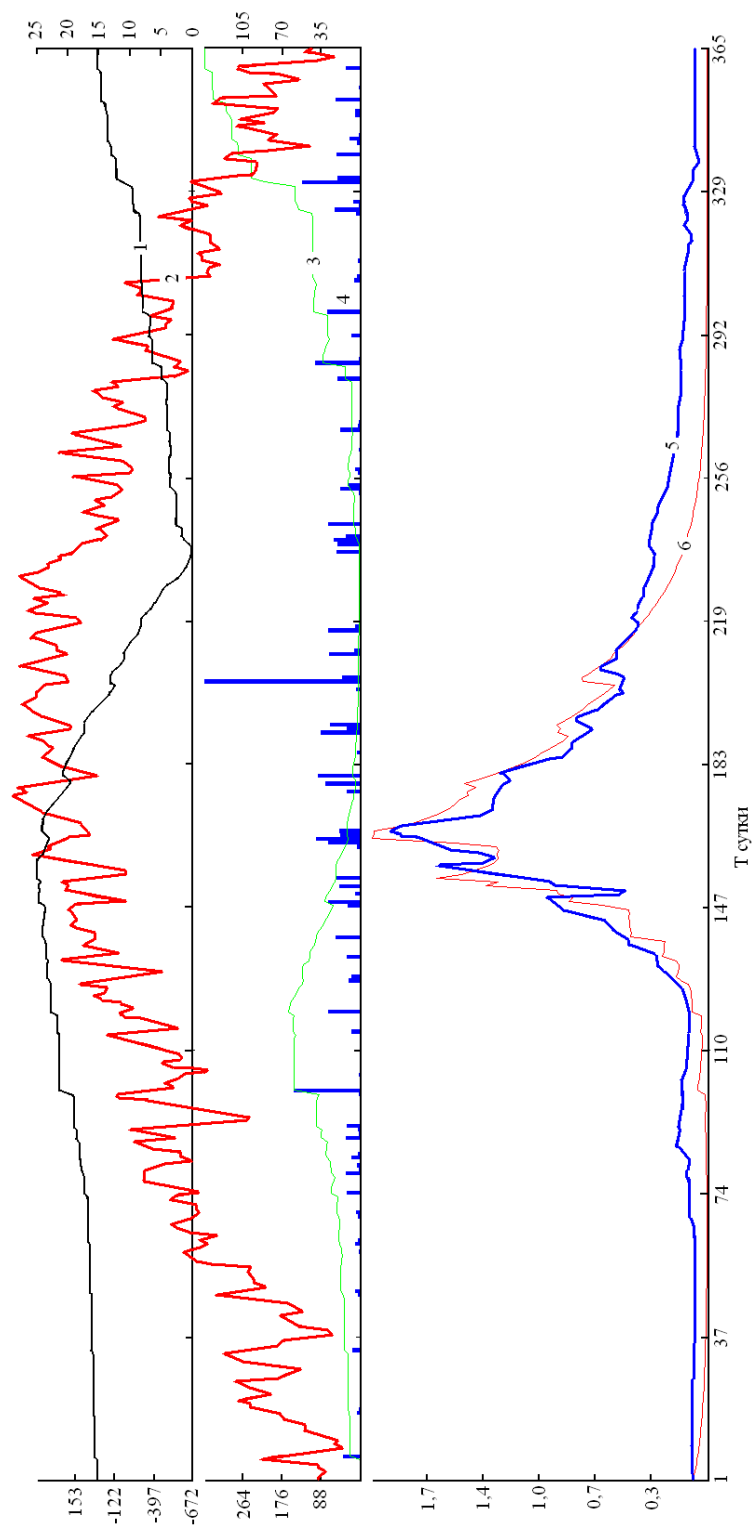


Рис. 7. Смоделированный сток р. Черный Иртыш – с. Буран за 1963 г. Обозначения см. рис. 6.

Моделирование стока с помощью рассмотренной модели показало хорошие результаты. Совпадение рассчитанного и фактического гидрографов оказалось достаточно удовлетворительным. Модель может быть использована для оценки изменения речного стока в условиях современного изменения климата, а также на более отдаленную перспективу.

Сток был смоделирован в тот период, когда хозяйственная деятельность не оказывала значительного влияния на него, в отличие от нынешнего времени. Для моделирования стока на долгосрочную и краткосрочную перспективу, с учетом изменения климата, необходимо иметь данные по водопотреблению на территории КНР. Только располагая этими данными, можно достоверно смоделировать сток с учетом влияния хозяйственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 6 – Бассейн Карского моря (западная часть). Вып. 4-9 – Бассейны рек Иртыша, Оби ниже устья р. Иртыша и рек Обской губы к западу от границы с Баренцевым морем 1963 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1965.
2. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 5 – Казахская ССР. Вып. 4 – Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана. 1949 г. – Алма-Ата 1950 г.
3. Jan Seibert. HBV light version 2, User's Manual. Stockholm University, Department of Physical Geography and Quaternary Geology. 2005. – 32 с.

Поступила 26.02.2013

А.В. Галаева

ІЛЕ ЖӘНЕ ЕРТІС ӨЗЕНДЕРІНІҢ АҒЫСЫН МОДЕЛДЕУІГЕ HBV МОДЕЛІН ҚОЛДАНУ МҮМКҮНДІГІ

Іле және Ертіс өзендерінің ағысын моделдеуіге HBV моделін қолдануы қарастырылды. Алдынгы мезгілде ағынды моделдеу нәтижелері берілді.

УДК 556.048+556.06

Канд. геогр. наук
Канд. геогр. наукА.Г. Чигринец *
Л.Ю. Чигринец *
М.В. Долбешкин ***ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ОСНОВНЫХ ПРАВОБЕРЕЖНЫХ
ПРИТОКОВ ИРТЫША И ТЕНДЕНЦИЯ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ***ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ,
ПРОГНОЗНЫЕ МЕТОДЫ, ТРЕНДЫ, УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ,
ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ТЕНДЕНЦИЙ, ПРОГНОЗНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ*

Исследованы условия формирования и выполнены расчеты по определению местных водных ресурсов различной обеспеченности основных притоков р. Иртыш в пределах Республики Казахстан. Дан ориентировочный прогноз тенденций изменения водных ресурсов для трёх временных периодов: 2006...2035 гг., 2016...2045 гг. и 2036...2065 гг.

В бассейне трансграничной р. Иртыш в последние десятилетия по данным Иртышского бассейнового водохозяйственного управления, происходит постепенный рост водопотребления и сокращение водных ресурсов, обусловленные рядом факторов: устойчивым развитием всех отраслей сельскохозяйственного и промышленного производства, с одной стороны, и увеличением заборов воды на территории КНР по каналу Иртыш-Карамай, с другой. Также неблагоприятны и климатические тенденции. В связи с этим, вопрос уточнения формирующихся в бассейнах основных рек правобережья р. Иртыш местных водных ресурсов и тенденций их изменения на будущее весьма актуален.

В бассейне Иртыша сконцентрирована почти одна треть всех водных ресурсов речного стока Казахстана. С использованием водных ресурсов этого бассейна решаются проблемы водообеспечения Центрального Казахстана и столицы Астаны. Именно на водные ресурсы Иртышского бассейна возлагаются надежды в случае увеличения водозаборов по р. Или и создаются проекты переброски части его стока в оз. Балхаш.

С использованием новейшего кадастрового материала о стоке воды основных правобережных притоков р. Иртыш, полученного на сети

* КазГУ им. аль-Фараби, г. Алматы

наблюдений РГП «Казгидромет» по 2010 г. включительно [4, 5, 6, 9, 11, 12, 14], проведен анализ условий и факторов его формирования, оценка влияния на него хозяйственной деятельности. С учетом новых данных произведено уточнение основных гидрологических характеристик, приведенных в [13], определены объемы местных водных ресурсов.

Для вычисления водных ресурсов, формирующихся на территории Республики Казахстан, был учтен сток основных правобережных притоков Верхнего Иртыша. Это связано с тем, что наибольшей величиной местных ресурсов поверхностных вод Иртышского водохозяйственного бассейна характеризуется именно правобережье (Восточно-Казахстанская область). По данным [10], водные ресурсы Иртышского водохозяйственного бассейна составляют $33,7 \text{ км}^3$, из которых $26,4 \text{ км}^3$ формируется на территории Республики Казахстан. Таким образом, местные водные ресурсы основных рек правобережья Иртышского водохозяйственного бассейна (ВХБ), полученные по результатам данной работы, составляют 58,8 % от всех водных ресурсов данного бассейна и 75 % от водных ресурсов, формирующихся на территории Республики Казахстан в пределах Иртышского ВХБ.

Водные ресурсы основных рек правобережья вычислены для створов с максимальной водностью и по возможности с минимальным влиянием хозяйственной деятельности. Суммарные же водные ресурсы в годы различной водности (обеспеченные величины) получены по кривой обеспеченности суммарного стока рек правобережья исследуемого района. В табл. 1 приведены результаты расчетов водных ресурсов различной обеспеченности основных рек, а в табл. 2 – местные водные ресурсы, полученные по кривой обеспеченности суммарного стока рек исследуемого района.

Как уже отмечалось, в Казахстане проблема водных ресурсов стоит особо остро. Огромная территория нашей страны исключительно бедна водными ресурсами. Кроме того, около половины имеющегося речного стока поступает к нам из-за рубежа. Величина этого притока постоянно сокращается в связи с интенсивным использованием воды трансграничных рек соседними странами. Это относится и к Иртышу. Приток воды извне не только заметно уменьшился в сравнении с предыдущим периодом, но и неизбежно его дальнейшее сокращение. В связи с этим, прогноз именно речного стока исключительно актуален.

Однако, современный уровень развития мировой науки пока не представляет возможности достаточно надежного прогнозирования, особенно в региональном аспекте. Поэтому речь может идти лишь о возможных «сценариях», или «сценарном прогнозе» [1, 10].

Таблица 1
 Сток различной обеспеченности основных рек правобережной части Иргышского водохозяйственного бассейна за
 расчетные периоды 1933...2010 гг. и 1974...2010 гг., (млн. м³)

Река – пункт	Средний годовой сток		Сток за характерные годы (1933...2010 гг.)						Сток за характерные годы (1974...2010 гг.)					
	1933...2010 гг.	1974...2010 гг.	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %
	Калжыр – с. Черняевка	706	703	870	675	513	388	323	283	871	671	506	379	314
Куршим – с. Вознесенка	1895	1842	2254	1846	1490	1205	1055	960	2188	1792	1447	1173	1030	937
Женишке – с. Женишке	43,2	41,3	51,5	41,8	33,5	27,2	23,9	21,8	48,6	40,2	33,0	27,3	24,4	22,5
Нарым - с. Улькен Нарым	310	319	371	300	239	192	168	153	381	295	231	193	175	165
Бухтарма – с. Лес. Пристань	6875	6528	7879	6744	5747	4950	4517	4242	7433	6479	5578	4809	4374	4091
Лев. Березовка – с. Средигорн.	33,1	33,7	38,3	31,6	26,3	22,7	21,0	20,1	39,1	30,5	25,2	22,4	21,4	20,9
Тургысын – с. Кутиха	1441	1388	1660	1412	1193	1020	928	869	1559	1374	1203	1060	980	928
Ульба – с. Ульби	3050	2870	3565	2973	2458	2055	1842	1708	3269	2789	2393	2093	1940	1843
Перевалочная	5424	5172	6311	5294	4415	3721	3347	3113	5971	5084	4291	3646	3288	3065
Оба –г. Шемонаиха	16,1	15,5	21,4	13,3	7,98	5,003	3,81	3,32	20,7	13,0	7,78	4,68	3,46	2,83
Шульбинка – с. Н. Шульба	19793	18912	23021	19331	16123	13586	12229	11373	21780	18568	15715	13407	12150	11347
Суммы объемов стока														

Таблица 2
 Водные ресурсы, формирующиеся на территории Республики Казахстан, полученные по суммарному стоку основных
 правобережных притоков реки Иртыш, (млн. м³)

Средний годовой сток		Сток за характерные годы (1933...2010 гг.)					Сток за характерные годы (1974...2010 гг.)						
1933...2010 гг.		25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	25 %	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %
Местные водные ресурсы наблюдаемого стока основных рек правобережья – по суммарной кривой обеспеченности													
19805	18890	22696	19428	16557	14259	13012	12219	21338	18675	16230	14220	13076	12347

К основным прогнозным методам можно отнести следующие:

1) *Прогноз в вероятностной форме* (то есть без привязки к координате времени). Он основывается на концепции стационарности климата и процесса стока. То есть статистические показатели и закономерности гидрометеорологических процессов и сочетаний прогнозируются на будущее. В последнее время эта концепция и соответствующие методы гидрологических расчетов и прогнозов были единственными и общепризнанными. Но, происходящие в настоящее время направленные изменения климата исключают целесообразность применения этой концепции, как основы для оценки вероятного будущего уровня водных ресурсов территорий.

2) *На основе признания необратимыми произошедших изменений* и распространение сегодняшней ситуации, современного уровня гидрометеорологических характеристик (за последние 10-летия) на ближайшее время. Такая экстраполяция возможна лишь для относительно непродолжительного периода – на одно-полтора десятилетия.

3) *Экстраполяция выявленных тенденций многолетнего хода рассматриваемых характеристик*. Прежде всего, это делается на основе выявленного линейного тренда. При этом методе значения гидрологической характеристики связываются с координатой времени. Например:

$$Q_i = a + bt, \quad (1)$$

где Q_i – сток i -го в ряду года; t – номер года, отсчитываемый от первого в ряду.

Наиболее простой прием оценки существенности тренда – по значимости величины коэффициента линейной корреляции зависимости $Q = f(t)$. При этом нередко вместо исходного ряда стока используются осредненные величины, полученные, например, методом скользящего осреднения, что, естественно, повышает корреляцию.

4) *На основе прогноза метеорологических характеристик*. Этот прогноз обычно дается по известным моделям общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). Результаты прогнозов по ним изложены во многих работах, в частности в [2, 7, 8]. Возможен ряд вариантов использования метеорологического прогноза:

а) *Использование прогноза в гидрологических моделях, в частности, в известной модели ГГИ, в модели В.В. Голубцова* [3].

б) *На основе метода водного баланса*. По прогнозируемым метеорологическим факторам определяется величина испарения с территории

(Z), и с использованием прогнозного количества осадков (X) сток с бассейна (Y) рассчитывается по известной формуле

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{Z}. \quad (2)$$

Метод применим только для больших площадей и многолетнего периода. Результаты расчетов могут быть лишь приближенными.

в) На основе установленных за предыдущий период связей стока с метеорологическими характеристиками. По такой связи по метеорологическому прогнозу предвычисляется ожидаемое значение стока [10].

В данном исследовании для получения сценарного прогноза изменения объёма местных водных ресурсов был использован метод экстраполяции выявленных тенденций многолетнего хода характеристик стока. При оценке данным методом значений речного стока на ближайшее 10-летие использован тренд, полученный по ходу объёмов стока в течение последнего периода, отражающего сегодняшние реалии (1974...2010 гг.), а для его оценки на более длительную перспективу – исходя из многолетнего периода (1933...2010 гг.). Линии трендов годовых объёмов стока и уравнения регрессии получены с использованием метода скользящего осреднения.

Полученные тренды и уравнения регрессии, используемые для прогнозов местных водных ресурсов, представлены на рис. 1 и 2.

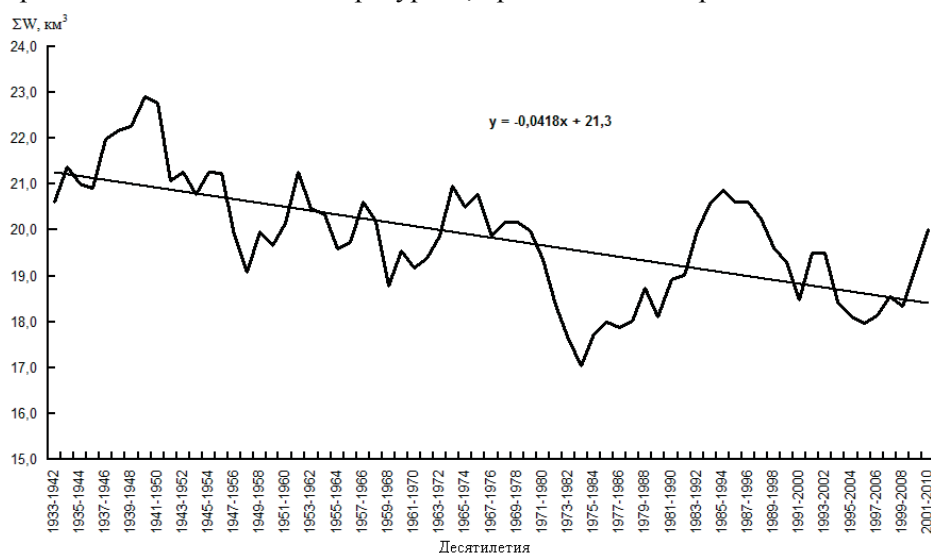


Рис. 1. График хода десятилетних скользящих объёмов стока рек, формирующегося в правобережной части бассейна р. Иртыша в пределах Республики Казахстан за период 1933...2010 гг.

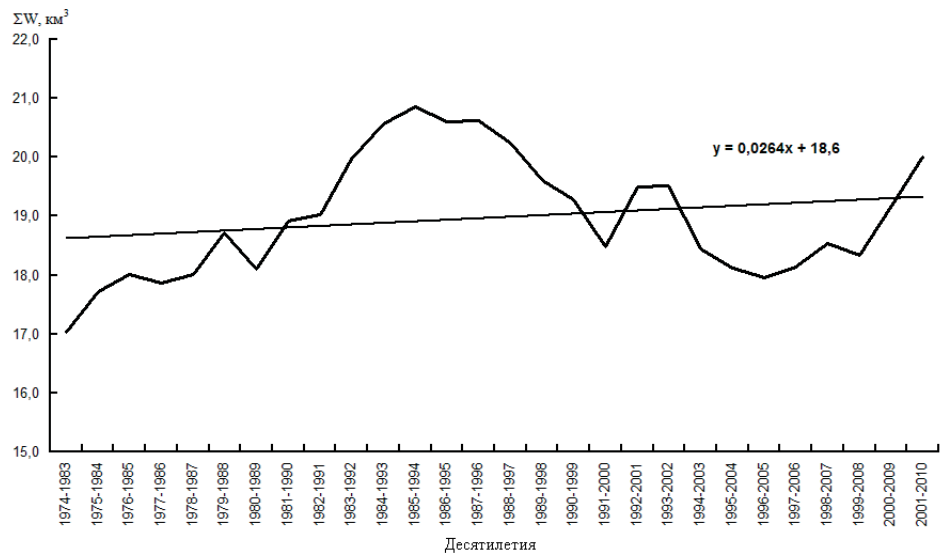


Рис. 2. График хода десятилетних скользящих средних объёмов стока рек, формирующегося в правобережной части бассейна р. Иртыш в пределах Республики Казахстан за период 1974...2010 гг.

Для всего расчетного периода 1933...2010 гг. уравнение регрессии имеет вид:

$$Q_i = -0,0418t + 21,3. \quad (3)$$

Для периода последних десятилетий (1974...2010 гг.) получено следующее уравнение регрессии:

$$Q_i = 0,0264t + 18,6. \quad (4)$$

С использованием приведенных выше уравнений регрессии, получены прогнозные изменения водных ресурсов основных рек бассейна р. Иртыш для трёх временных периодов: 2006...2035 гг., 2016...2045 гг. и 2036...2065 гг., (табл. 3).

Таблица 3

Прогнозные величины изменения водных ресурсов правобережных притоков р. Иртыш в пределах Иртышского водохозяйственного бассейна, рассчитанные по экстраполяции выявленных тенденций многолетнего хода речного стока

Норма, W ₀ , млн. м ³	Сценарные прогнозы					
	на 2020 г.		на 2030 г.		на 2050 г.	
	W, млн. м ³	изменение, %	W, млн. м ³	изменение, %	W, млн. м ³	изменение, %
<i>по тренду скользящих десятилетних объёмов стока за период 1974...2010 гг.</i>						
18890	19735	+4	19999	+6	20527	+9

Норма, W_0 , млн. м ³	Сценарные прогнозы					
	на 2020 г.		на 2030 г.		на 2050 г.	
	W , млн. м ³	изменение, %	W , млн. м ³	изменение, %	W , млн. м ³	изменение, %
<i>по тренду скользящих десятилетних объёмов стока за период 1933...2010 гг.</i>						
19805	17789	-10	17371	-12	16535	-17

В результате расчета значения водных ресурсов правобережных притоков р. Иртыш на период 2006...2035 гг. составили 19 735 млн. м³ (относительно нормы за расчетный период 1933...2010 гг. снижение составляет 0,4 %.), на период 2016...2045 гг. – 17 371 млн. м³ (снижение на 12 %), а на период 2036...2065 гг. – 16 535 млн. м³ (снижение на 17 %). По данным [10] прогнозные значения для всего Иртышского ВХБ для местных водных ресурсов соответственно по периодам составляют снижение на 7, 8 и 11 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные ресурсы России и их использование. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
2. Говоркова В.А., Катцов В.М., Мелешко В.П., Павлова Т.В., Школьник И.М. Климат России в XXI веке. Часть 2. Оценка пригодных моделей ОЦАО СМIP3 для расчетов будущих изменений климата России // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 8. – С. 5-19.
3. Голубцов В.В. Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации. – Алматы: РГП «Казгидромет», 2010. – 232 с.
4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2001-2007 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Вып.1. Бассейн реки Иртыш – Алматы.
5. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2008-2010 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Вып.1. Бассейн реки Ертис, – Астана.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1991-2000 гг. Книга 1. Часть 1. Реки и каналы. Вып.1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение), – Алматы, 2004. – 191 с.
7. Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В.М., Говоркова В.А., Павлова Т.В. Климат России в XXI веке. Часть 1. Новые свидетельства антропогенного изменения климата и современные возможности его расчета // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 6. – С. 5-19.

8. Мелешко В.П., Катцов В.М., Говоркова В.А., Спорышев П.В., Школьник И.М., Шнееров Б.Е. Климат России в XXI веке. Часть 3. Будущие изменения климата, рассчитанные с помощью ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМIP3 // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 9. – С. 5-21.
9. Основные гидрологические характеристики. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – М.: Гидрометеиздат, 1965. – Т.15. – Вып. 1. – 224 с.
10. Оценить и дать прогноз возобновляемых водных ресурсов в речных системах Восточного, Центрального, Северного и Западного Казахстана с учетом влияния климатических и антропогенных факторов: Отчет о НИР / АО «ННТХ» ПАРАСАТ» ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ» МОН РК. – Алматы, 2011. – 279 с.
11. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т.15, вып. 1, ч. 1. – 318 с.
13. Чигринец А.Г., Долбешкин М.В. Оценка нормы годового стока рек правобережья бассейна р. Ертис // Вопросы географии и геоэкологии, Алматы, 2012. – №2. – С. 62-67.
14. Чигринец Л.Ю. Определение расчетных гидрологических характеристик с применением персонального компьютера. – Алматы: «Қазақ университеті», 2009. – 215 с.

Поступила 27.05.2013

Геогр. ғылымд. канд. А.Г. Чигринец
 Геогр. ғылымд. канд. Л.Ю. Чигринец
 М.В. Долбешкин

ЕРТІСТІҢ НЕГІЗГІ ОҢТҮСТІК САЛАЛАРЫНЫҢ СУ БАЛАНСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ӨЗГЕРУ ТЕНДЕНЦИЯСЫ

Қазақстан аумағындағы Ертіс өзенінің негізгі салаларының әртүрлі қамтамасыздықтардағы жергілікті су ресурстарын анықтау бойынша есептеулер жүргізілді және қалыптасу жағдайлары зерттелді. Үш уақыт кезеңі үшін: 2006...2035 жж., 2016...2045 жж. және 2036...2065 жж., су ресурстарының өзгеру тенденциясына болжам жасалды.

УДК 556.114

Канд. геогр. наук
Доктор геогр. наукЭ.А. Турсунов *
С.М. Романова **
Д.Ж. Куншыгар ****ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ
КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗ. БАЛХАШ И НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ИЛИ***ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, КАЧЕСТВО
ВОДЫ, ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ*

В статье изучен состав донных отложений оз. Балхаш, а также динамика компонентов химического состава воды озера при контакте их с донными отложениями, приведены экспедиционные материалы по акватории озера Балхаш

Исследования, проводившиеся в предшествующие десятилетия по Или-Балхашской проблеме, в основном в 80-е годы прошлого века, показали, что на озере Балхаш и в Прибалхашье произошли большие изменения в гидрологическом, гидрохимическом и гидробиологическом режимах рек и водоемов, обусловленные не столько природными факторами, сколько влиянием хозяйственной деятельности. После ввода в эксплуатацию Капчагайского водохранилища, его заполнением, увеличением забора воды на орошение и другие хозяйственные нужды, увеличились потери речного стока и значительно уменьшился приток воды в оз. Балхаш. Так, в период наибольшего обострения Или-Балхашской проблемы (1970...1987 гг.) уменьшение притока поверхностных вод составляло в среднем 3,12 км³/год, в том числе 2,43 км³/год из р. Или. Из таких же рек, как Аксу и Аягоз, из-за их разбора на орошение поступление воды в Балхаш в 80-е годы вообще прекратилось. Все это привело к резкому понижению уровня воды в озере.

В результате хозяйственной деятельности произошло также значительное загрязнение вредными веществами (пестицидами, тяжелыми металлами и др.) всех компонентов природной среды – почв, водной растительности, живых организмов, поверхностных и подземных вод, донных отложений оз. Балхаш. Наибольшая концентрация токсикантов наблюдалась в период наиболее низкого уровня воды в озере.

* Институт географии, г. Алматы,

** КазГУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Основными загрязнителями природной среды в районе оз. Балхаш являются: промышленные горнодобывающие и обрабатывающие предприятия корпорации «Казахмыс», (Балхашский горнометаллургический комбинат, Балхашская медно-молибденовая фабрика, Коунрадский рудник), коммунальное и сельское хозяйство. Содержание меди, цинка, нефтепродуктов в воде, сбрасываемой в озеро Балхашским горно-металлургическим комбинатом, во много раз превышало допустимые пределы для рыбного хозяйства.

В промышленности и коммунальном хозяйстве недостаточно внимания уделяется использованию безводных и маловодных технологических процессов, оборотно-повторному водоснабжению, очистке вод. В настоящее время из населенных пунктов и отдельных предприятий в овражную-речную сеть и водоемы поступает более 400 млн. м³ сточных вод. Поступая в речную сеть и поверхностные водоемы, такие воды сильно загрязняют реки, озера, пруды нефтепродуктами, фенолами, ядохимикатами, тяжелыми металлами. Иногда концентрация вредных примесей в сточных водах в десятки и сотни раз превышает предельно-допустимые нормы.

Непосредственный сброс сточных вод в водоем, а также загрязнение основных притоков, таких как р. Или, р. Каратал, вносят существенный вклад в общее загрязнение озерной системы. По нашим данным, за последние годы наблюдений за гидрохимическим режимом водотоков зафиксировано повсеместное превышение сульфатов над предельно допустимыми концентрациями (ПДК) водоемов рыбохозяйственного водопользования. Например, в Малом Сары-Шагане содержание сульфатов в 7,8...8,9 раза больше ПДК, в бухте Бертыс – в 7,7...9,5, в створе г. Балхаш – 7,7...8,1 раза. Превышение ПДК наблюдается и в содержании хлоридов: в Малом Сары-Шагане в 1,3...1,5 раза, в бухте Бертыс и в створе г. Балхаш – 1,3...1,6 раза [4].

Негативное воздействие на экосистему оз. Балхаш оказывала деятельность военного полигона Сарышаган, общая площадь которого составляет 8,2 тыс. км². Военный полигон разбавил Балхашскую воду стронцием и гептилом. В результате этого пострадали флора и фауна озера и особенно рыбные богатства.

Изменение минерализации в зависимости от уровня воды за период 1970...1992 гг. рассматривается Д.К. Джусупбековым. По его прогнозу следует, что периоды 50 % обеспеченности стока поддержание уровня озера

близко к отметке 341 м и минерализация воды близка к современному возможно лишь при объеме безвозвратного водопотребления около 2 км³/год [7]. Качество поверхностных вод Балхаша за 2008 г. можно увидеть на рис. 1. Наиболее выражено повышенное содержание таких элементов как медь, сульфаты, натрий и магний. Подобное изменение в качестве воды может быть связано с тем, что в текущем году гидрологический режим рек был аномальным.

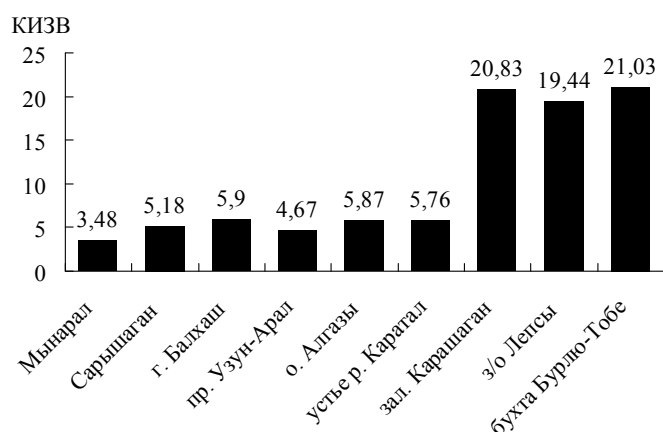


Рис. 1. Качество поверхностных вод по акватории оз. Балхаш в 2008 г.

В последние годы происходит общий рост антропогенной нагрузки на водные объекты. Увеличение численности населения, а также заметный рост экономики как Республики Казахстан, так и сопредельных государств, позволяют с уверенностью предположить в перспективе повышение дефицита природной воды, а главное, ухудшение ее качества. Нельзя забывать и тот факт, что Казахстан является замыкающей стороной на трансграничных реках (Или, Сырдарья, Шу, Талас). Это приводит не только к трансграничному загрязнению транзитного стока с сопредельных государств, но и часто возникающим разногласиям между государствами относительно качественного состояния водных объектов.

На рис. 2 показано изменение качества поверхностных вод по длине р. Или от урочища Капшагай, до дельтовой части за различные годы. Видно, что с 2003 по 2010 годы при различных уровнях загрязнения на этом участке имеется практически однородное распределение как по значению КИЗВ, так и по отдельным ингредиентам.

В 1991 году максимальные значения КИЗВ в районе с. Ушжарма и 1 км ниже истока объясняются по видимому местными источниками загрязнения поверхностных вод являющимися результатом интенсивной

сельскохозяйственной деятельности в этот период. В целом межгодовую изменчивость качества воды в нижнем течении р. Или можно объяснить следующим: в 1991 году мы имеем максимально интенсивную хозяйственную деятельность в бассейне р. Или и соответственно самое высокое загрязнение в этот период. К 2003 году из-за прекращения деятельности крупных хозяйствующих субъектов произошло улучшение качества поверхностных вод и КИЗВ в этот период имеет наименьшие значения.

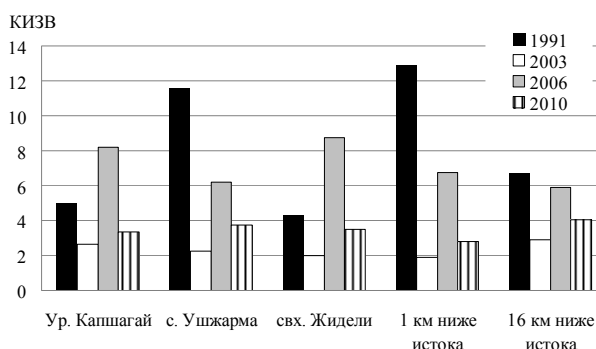


Рис. 2. Изменение качества поверхностных вод в нижнем течении р. Или.

К 2006 году происходит рост частного предпринимательства в бассейне р. Или, появляются новые откормочные животноводческие комплексы, развивается земледелие на небольших полях принадлежащих частным лицам и соответственно происходит ухудшение качества поверхностных вод. К 2010 году динамика роста хозяйственной деятельности сохраняется, в месте с тем, начинает приносить свои плоды экологическая политика государства, в том числе и в сельских населенных пунктах. Прекращаются бесконтрольные и безнаказанные сбросы загрязненных вод в реку, и как следствие происходит относительное улучшение качества поверхностных вод. Необходимо проведение решительных и бескомпромиссных природоохранных мероприятий, где наряду с штрафными санкциями для хозяйствующих субъектов любого уровня, присутствовала и экономическая стимуляция при организации экологически чистого производства.

На ближайшую перспективу, т.е. в пределах 5...10 лет существенное изменение в гидрологическом и гидрохимическом режимах р. Или могут произойти только за счет увеличения хозяйственной деятельности на территории Китайской Народной Республики, за счет доводки площади орошаемых земель до 1,0 млн. га по сравнению с нынешним 0,5 млн. га. При этом в современных условиях на орошение потребляется порядка 4,0 км³ воды из 12,6 км³ транзитного стока в среднемноголетние по водно-

сти годы. Поэтому представляется реальным то, что с уменьшением объемов транзитного стока до $8,0 \text{ км}^3$ существенное изменения претерпит и химический состав речной воды с возрастанием возвратных вод с орошаемых территорий. Простое изъятие дополнительных $4,0 \text{ км}^3$ воды к сегодняшним $4,0 \text{ км}^3$ не просто изменит химический состав воды р. Или, но и внесет коренное (негативное) изменение в Или-Балхашскую экосистему.

Донные отложения озера заметно участвуют в формировании гидрохимического режима, являясь в определенных условиях источником поступления в воду или аккумулятором органических и минеральных веществ. Направленность этого определяется различными процессами и, в первую очередь, сорбционными свойствами осадков, физико-химическими свойствами границы раздела фаз, направлением градиента концентраций растворенных веществ в поровых и придонных водах и др.

Одно из первых описаний донных отложений оз. Балхаш принадлежит П.Ф. Домрачеву. При рассмотрении геоморфологии берегов озера он выделяет «пять естественных районов, на которые делится все озеро четырьмя главными узкостями, существенно отличающимися глубинами, определяющими физико-гидрологические и гидрохимические свойства». Отмечена общая закономерность осадконакопления, когда мелководные участки покрыты щебнем, галькой и песком, а глубоководные – глинами и илами. Дифференцируются грунты и по цвету, который связан, прежде всего, с химическим составом. Если присутствует в отложениях органика, они имеют серый и темно-серый оттенок. При большом количестве карбонатов илы становятся молочно-белыми.

В 40-е и 50-е годы современные осадки озера изучались более подробно. Интересные работы проведены лабораторией сравнительной литологии Института геологических наук РФ. Пробы осадков, взятые со 160 станций по всей площади озера, проанализированы на механический, химический и минералогический состав. В монографии Д.Г. Сапожниковым обобщен богатый фактический материал и сделаны интересные генетические выводы об общем механизме процесса отложения обломочного материала, о характере сортировки зерен, о генезисе минералов, многие показатели связаны с морфологией озерной котловины, гидродинамическим и гидрохимическим режимами акватории.

Для формирования донных отложений материал поступает из взвесей рек, при абразии берегов при вдольбереговом перемещении наносов,

их истирании и сегрегации, а также при физико-химических процессах, происходящих в водных растворах, эоловым и биогенным путем.

Речные воды, вливаясь в озеро, быстро теряют (в 10...15 км от устья) живую силу (кинетическую энергию) и дальше дифференциация обломочного материала происходит под влиянием особого процесса – разноса, включающего взмучивание, вызываемое волнением, и перенос постоянными и временными течениями. Этот процесс усложняет характер отложения терригенного материала. Например, в проливах грубозернистый материал отлагается далеко от берега и величина зерен – обломков осадков изменяется в обратном порядке по сравнению с обычным.

Для донных отложений характерна высокая степень сортировки материала. Однако, скорости движения воды малы, а потому фракций чистых песков нет, есть только илистые пески. Кроме того, четкой смены песчаных частиц алевритовыми и глинистыми фракциями с запада на восток не происходит, сезонная слоистость тоже не проявляется благодаря действию того же разноса, где основную роль играет ветровое перемешивание.

Позднее под руководством О.К. Тленбекова было произведено изучение механического состава донных отложений, составлена уточненная схема пространственного размещения типов осадков и определены их процентные соотношения по площади.

Химический состав донных отложений в монографии Д.Г. Сапожникова рассмотрен довольно основательно, с количественными определениями минералов по всем наиболее распространенным фракциям механического состава и по горизонтам до глубины 1,5 м. Особое внимание уделено генезису карбонатов, содержанию железа, рассеянных органических веществ и микроэлементов (Cr, Cu, Ba, Sr, F, B) коллоидной фракции. Однако, гидрохимические процессы аквальной экосистемы очень подвижны и состав донных осадков, в конечном итоге отражающий динамику физико-химических процессов, во времени также меняется. Повторные определения и исследования геохимии донных осадков, безусловно, имеют смысл, особенно для улавливания прогнозных тенденций в связи с изменяющимися естественными и антропогенными условиями [6].

Установлено проявление роли антропогенного фактора в накоплении компонентов химического состава, в том числе тяжелых металлов, во всех элементах экосистемы «вода – ил – почва – растение». По убывающей концентрации тяжелых металлов в донных отложениях оз. Балкаш их

можно расположить в ряд: Fe (25,2 г/кг), Ti (2,62 г/кг); мкг/кг: Sr (700), Ba (488), Mn (381,6), Zn (334,5), Zr (170), Pb (111,5), K (108), Cr (80), Cu (67,2), V (62), Ni (33), Co (14), Li (12), Nb (8,3), Mo (7,0), Cd (2,5). Почвы береговой зоны озера, наземные и водные растения, атмосферные осадки также содержат в своем составе вышеперечисленные металлы.

Таким образом, можно заключить, что основными источниками поступления осадочного материала в отложения оз. Балхаш являются: эрозия притоков (органо-минеральный сток), абразия берегов (разрушение берегов волнением и льдами), гидрохимические процессы в воде, приводящие к осадке карбонатов кальция, магния и доломита (хемогенные осадки), ветровой перенос минеральных веществ на поверхность озера с прилегающей территории (эоловые осадки). Сочетание этих факторов и особенностей питания озера показывает, что ежегодно в водоем поступает около 7 млн. т осадочного материала.

Изучен состав донных отложений оз. Балхаш, а также динамика компонентов химического состава воды при контакте её с донными отложениями. Установлено, что донные отложения озера имеют слабое или среднее засоление сульфатно- (с учетом соды) магниево-натриевого типа и классифицируются как солончаковые, карбонатные (содержание карбонатов колеблется в пределах 1,2...24,7 %). Кроме того, в результате обменных реакций между продуктами восстановления минеральных солей и конечными продуктами разложения органических веществ в донных отложениях могут формироваться гидрокарбонатные соли, гипс и другие соединения. Возможны обменные реакции между сульфатами щелочных металлов и диоксидом углерода, приводящие к образованию соды, что, безусловно, способствует снижению качества оросительных вод Западного Балхаша [6].

Донные отложения заметно влияют и на *качество воды*. В настоящее время в Северном Прибалхашье полив дачных участков, садов, огородов, полей опытных и подсобных хозяйств из озера ведется довольно интенсивно, поэтому представляет интерес дать ирригационную оценку качества воды Западного Балхаша.

Ирригационная оценка качества воды западной части оз. Балхаш дана на основании химического состава, минерализации и значений pH. Так, по классификации А.М. Можейко и М.К. Воротник воды Западного Балхаша являются среднеминерализованными и относятся ко второму удовлетворительному классу [1, 2, 3].

В 2010 году проводилось экспедиционное обследование акватории озера. Отбор проб донных отложений производился в 18 контрольных точках. В пробах донных отложений анализированы содержания ионов тяжелых металлов (кадмий, свинец, медь, хром, никель, мышьяк, марганец). Содержание тяжелых металлов в реках и озерах Балхаш-Алакольского бассейна колеблется в широких пределах: кадмий от 0,03 до 0,2 мг/кг; свинец от 0,36 до 19,4 мг/кг; медь от 0,7 до 4,2 мг/кг; хром от 0,08 до 1,7 мг/кг; никель от 0,2 до 12,3 мг/кг; мышьяк от 0,27 до 10,2 мг/кг; марганец от 460,2 до 990,8 мг/кг [5].

Химический состав донных отложений, по результатам проведенных исследований, соответствовал уровню, характерному для водных объектов в фоновых условиях. Донные отложения имели преимущественно нейтральную реакцию либо близкую к ней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья / Под ред. И.И. Скоцеляса. – СПб.: Гидрометеоздат, 1995. – 269 с.
2. Гидрологические и водохозяйственные аспекты Или-Балхашской проблемы / Под ред. А.А. Соколова. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 310 с.
3. Достай Ж.Д. Управление гидроэкосистемой бассейна озера Балхаш. – Алматы: Print-S, 2009 – 236 с.
4. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды бассейна оз. Балхаш. Вып. 1 (99), январь 2008 г. – Алматы: Казгидромет 2008. – 23 с.
5. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды бассейна оз. Балхаш. Вып. 1 (16), 2 квартал 2010 г. – Астана: Казгидромет 2010. – 14 с.
6. Исследовать элементы водно-солевого и водохозяйственного балансов, дать гидрологическое обоснование мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов Или-Балхашского бассейна: Отчёт о НИР (заключительный) / Гос. Гидрол. Институт (ГГИ). – Л.: 1982. – 132 с.
7. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш / Под ред. А.Б. Самаковой. – Алматы: «Каганат», 2003. – 584 с.

Поступила 20.05.2013

Геогр. ғылымд. канд.

Э.А. Турсунов

Геогр. ғылымд. докторы

С.М. Романова

Д.Ж. Күншығар

ТҮПТІК ШӨГІНДІЛЕР БАЛҚАШ КӨЛІ ЖӘНЕ ІЛЕ ӨЗЕНІ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНЫҢ СУ САПАСЫ ЖӘНЕ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ ҚАЛЫПТАСУ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ

Мақалада Балқаш көлі түптік шөгінділерінің құрамы, сонымен қатар көл суының химиялық құрамының құрамбөліктері түптік шөгінділермен байланысқан кездегі динамикасы зерттелінген, Балқаш көлі алабы бойынша экспедициялық зерттеу материалдары келтірілген.

УДК 631.67:574.53

Канд. техн. наук С.Д. Магай*

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ВОДАМИ НА ЮГЕ КАЗАХСТАНА****ТЕХНОЛОГИЯ, ОРОШЕНИЕ, ПОЛИВНАЯ НОРМА,
МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ПРЕДПОЛИВНАЯ ВЛАЖНОСТЬ,
ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

Эффективность технологии орошения сельскохозяйственных культур минерализованными водами предопределяется параметрами: предполивной влажностью почв и поливными нормами. В зависимости от степени минерализации оросительной и грунтовой воды сочетания этих параметров в различные фазы развития растений меняются.

Проблема развития орошения в южном Казахстане, где расположены основные площади орошаемых земель, лимитируется дефицитом водных ресурсов. Водообеспеченность действующих ирригационных систем колеблется в пределах 75...95 %, а в маловодные годы опускается до 60...70 %. В то же время значительные объемы минерализованных возвратных вод, формирующиеся на орошаемых массивах, загрязняют водные источники и ухудшают экологическую обстановку на прилегающих территориях.

Для защиты водных источников от загрязнения и улучшения экологической обстановки в зонах орошения необходимо до минимума сократить поступление в них отработанных вод путем их максимального использования на орошение в местах непосредственного формирования. Однако, обладая высокой минерализацией, возвратные воды не могут быть утилизированы на орошение сельскохозяйственных культур в чистом виде. Использование её на поливы возможно при смешивании с оросительной водой в различных пропорциях.

Рекомендуя утилизировать минерализованные воды на орошение сельскохозяйственных культур, необходимо знать, как и в чем проявляется

* Научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз.

воздействие солей на растения. Общеизвестно и установлено, что продуктивность орошаемых культур практически всегда зависит от содержания (концентрации) солей в почве и поливной воде. При этом на рост и развитие растений вредное действие ионов солей проявляется по-разному и зависит не только от степени и химизма засоления почв, но и от степени её солонцеватости, уровня залегания и минерализации грунтовых вод (ГВ) и др. На различия в солеустойчивости влияют и свойства самих растений [1-4].

При использовании минерализованных вод на орошение проблема солеустойчивости растений встает более остро в связи с появлением ещё одного фактора, непосредственно влияющего на концентрацию почвенного раствора. Солеустойчивость – это не признак, а процесс. Она определяется при росте и развитии растений и зависит от сочетания целого ряда факторов внешней среды, а не каким-то одним признаком и состоянием растений. Приспособление растений к засолению почвы проходит в процессе их индивидуального развития, однако быстрота и глубина этого процесса неразрывно связана с эволюцией данного вида. При многолетнем выращивании какой-либо культуры на засоленных землях, благодаря этому процессу, солеустойчивость её постоянно повышается. Поэтому для посева на засоленных почвах рационально использовать семена, полученные в местных или аналогичных условиях.

Повышенная концентрация ионов в почве оказывает на растения преимущественно токсическое действие. Токсичность, в свою очередь, зависит от вида иона. Теоретические предпосылки дают основание полагать, что природа молекулярного механизма приспособления растительной клетки к высокой концентрации ионов зависит от типа засоления [4, 5].

Следовательно, принципы разработки мероприятий, повышающих солеустойчивость и урожайность сельскохозяйственных культур, должны учитывать природу засоления и быть специфичны. С другой стороны, установлено, что различные сорта одной культуры обладают разной степенью солеустойчивости.

Однако, следует помнить, что значительные расхождения между показателями солеустойчивости объясняются зависимостью её от степени и типа засоленности почвы, вида возделываемых культур, фазы их развития и целого ряда других факторов. Растения в присутствии высоких концентраций солей испытывает многофакторное воздействие и дать какие-то конкретные пределы солеустойчивости растений не представляется возможным. Одни и те же культуры в различных орошаемых зонах и даже на одной опытной станции, но в различные годы, обнаруживают различную сравни-

тельную солевую засоленность. Об этом хорошо сказал академик А.А. Шахов: «В пределах одного и того же вида отдельные разновидности могут сильно различаться по солевую засоленности, солеустойчивости, а также и по урожайности. Значительными бывают различия в солевую засоленности (или солеустойчивости) отдельных сортов в пределах одной и той же разновидности. Поэтому не представляется возможным разработать и дать какие-либо постоянно действующие, пригодные для всех условий нормы солевую засоленности не только вообще сельскохозяйственных растений, но даже отдельных культур». В каждом конкретном случае необходимо проводить специальные исследования и уточнять их по мере необходимости [6, 8].

В условиях хлоридно-сульфатного и сульфатного типов засоления, к каковым относится большая часть орошаемых земель Южного Казахстана, наиболее солеустойчивыми являются свекла и подсолнечник. Из зерновых – джугара, просо, ячмень, пшеница и кукуруза. Уступая свекле и подсолнечнику, относительно солеустойчивой культурой является хлопчатник.

Использование минерализованных вод на орошение сельскохозяйственных культур должно осуществляться научно-обосновано, на основе проведения натурных исследований, с определением мелиоративных показателей и урожайности возделываемых культур, учитывая опыт применения таких вод в других регионах. Она должна включать технологии орошения сельскохозяйственных культур, адаптированные к применяемым условиям, экономические и мелиоративные показатели их применения [2].

Адаптация осуществлялась на опытно-производственном участке, который согласно методике типизации орошаемых объектов Шабанова В.В. и Рудаченко Е.П., принятой в мелиоративной практике, на 72 % характеризует орошаемые земли Казахской части Голодностепского массива [7].

Технология орошения сельскохозяйственных культур оросительной и дренажной водой в соотношении 4:1.

Изучение возможности использования минерализованных дренажных вод путем разбавления их оросительной (речной) является весьма актуальным вопросом в любых речных бассейнах, особенно в среднем и нижнем течении реки Сырдарья, где расположены большие площади орошаемых земель и формируются значительные объемы возвратных минерализованных вод.

В Махтааральском районе с развитым хлопководством формируются большие объемы дренажных вод, но прямое использование их на оро-

шение, как практикуют фермеры в маловодные годы, не дает желаемые результаты, а только позволяет сохранить хоть какой-то урожай.

Долевое соотношение оросительной и минерализованной воды при их смешанном использовании на орошение наиболее приемлемо для фермеров из-за отсутствия у них приборов определения содержания солей в поливной воде (кондуктометров). В нашем случае смешанная в соотношении 4:1 оросительная и дренажно-сбросная вода соответствует минерализации 2,0...2,5 г/дм³. Показатели, характеризующие качественный состав солей в воде, варьируют в диапазоне: SAR – от 4,6 до 6,6; Cl^-/SO_4^{--} – 0,5...0,6.

Поливы минерализованной водой лучше начинать с фазы бутонизации. Однако в острозасушливые годы можно применять и в начальные фазы развития растений. При этом, поливные нормы должны учитывать мелиоративное благополучие и приемлемую экологическую обстановку на орошаемых землях, т.е. быть экологически-безопасными. Размеры последних устанавливаются дифференцированно для конкретных объектов с учетом степени засоления почвогрунтов, грунтовых и поливных вод (табл. 1).

Таблица 1

Экологически-безопасная поливная норма, м³/га

Минерализация ГВ, г/дм ³	Содержание солей в почве, %	
	0,3...0,4	0,5...0,7
< 3,0	950	1050
3...5	1000	1150
5...7	1100	1300

Параметры режима орошения сельскохозяйственных культур должны быть согласованы с фазами развития растений, наиболее чувствительными к недостатку влаги. Поливы, выполненные в сроки, не согласованные с ходом развития растений, приводят к снижению урожая и ухудшению его качества.

Главным показателем, определяющим сроки и нормы проведения поливов, является влажность, а точнее порог предполивной влажности расчетного слоя почвы, который в зависимости от фазы развития сельскохозяйственной культуры имеет различные значения (табл. 2).

Для орошаемых земель Казахстанской части Голодной степи (где на около 70 % площади почвы незасоленные и слабозасоленные, а уровень грунтовых вод в вегетационный период залегает на глубине 1,2...2,5 м)

режим орошения сельскохозяйственных культур, с учетом экологически-безопасных норм, представлен в табл. 3.

Таблица 2

Порог предполивной влажности почв

Фаза развития	Расчетный слой, м	Порог предполивной влажности, % от НВ
Хлопчатник		
Всходы – бутонизация	0,5...0,6	60...65
Бутонизация – плодообразование	0,6...0,9	65...70
Плодообразование – техническая спелость	0,9...1,0	60...65
Кукуруза		
6...7 лист – цветение	0,6...0,9	65...70
Цветение – молочно-восковая спелость	0,9...1,0	65...70

Таблица 3

Режим орошения сельскохозяйственных культур

Минерализация ГВ, г/дм ³	Дата первого полива	Количество поливов	Норма, м ³ /га	
			поливная	оросительная
Хлопчатник				
< 3	11.06...30.06	2...3	950...1050	2100...3150
3...5	8.06...27.06	3...4	1000...1150	3150...4600
5...7	1.06...20.06	4...5	1100...1300	4600...6500
Кукуруза на зерно				
< 3	8.06...27.06	2...3	950...1050	2100...3150
3...5	5.06...24.06	3...4	1000...1150	3150...4600
5...7	28.05...17.06	3...4	1100...1300	3300...5200

Технология орошения сельскохозяйственных культур оросительной и дренажной водой в соотношении 2:1

Смешанная в соотношении 2:1 оросительная и дренажная вода соответствует минерализации 2,5...3,5 г/дм³. Показатели, характеризующие качественный состав солей в воде, составляют: SAR – 6,6...8,1; Cl^-/SO_4^{--} – 0,6...0,8.

Поливы минерализованной водой с повышенным содержанием солей рекомендуется начинать с фазы бутонизации. В зависимости от минерализации грунтовых вод и степени засоления почв, экологически безопасные поливные нормы, учитывающие минимально необходимый объем инфильтрационных вод, обеспечивающий солевую вентиляцию в зоне аэрации, изменяются от 1000 до 1400 м³/га (табл. 4).

Для снижения негативного влияния более минерализованной воды на развитие возделываемой культуры порог предполивной влажности почв следует увеличить и принять в следующих размерах (табл. 5).

Таблица 4

Экологически-безопасная поливная норма, м³/га

Минерализация ГВ, г/дм ³	Содержание солей в почве, %	
	0,3...0,4	0,5...0,7
< 3,0	1000	1100
3...5	1050	1200
5...7	1200	1400

Таблица 5

Порог предполивной влажности почв

Фаза развития	Расчетный слой, м	Порог предполивной влажности, % от НВ
Хлопчатник		
Всходы – бутонизация	0,5...0,6	65...70
Бутонизация – плодообразование	0,6...0,9	70...75
Плодообразование – техническая спелость	0,9...1,0	65...70
Кукуруза		
6...7 лист – цветение	0,6...0,9	70...75
Цветение – молочно-восковая спелость	0,9...1,0	70...75

Соответственно режим орошения сельскохозяйственных культур с учетом экологически-безопасных норм будет выглядеть следующим образом (табл. 6).

Таблица 6

Режим орошения сельскохозяйственных культур

Минерализация ГВ, г/дм ³	Дата первого полива	Количество поливов	Норма, м ³ /га	
			поливная	оросительная
Хлопчатник				
< 3	11.06...30.06	3...4	1000...1100	3200...4300
3...5	8.06...27.06	4...5	1050...1200	4400...6000
5...7	1.06...20.06	5...6	1200...1400	6000...7800
Кукуруза на зерно				
< 3	11.06...30.06	3...4	1000...1100	3100...4200
3...5	8.06...27.06	3...4	1050...1200	3300...4800
5...7	28.05...17.06	4...5	1200...1400	4800...6400

Параметры режима орошения должны также соответствовать темпам водопотребления возделываемой культуры в различные периоды раз-

вития, учитывать увлажненность года, мощность покровных отложений, водно-физические свойства почвогрунтов, уровень залегания грунтовых вод от дневной поверхности в течение вегетационного периода.

Мелиоративная и экономическая эффективность

Мелиоративные и экономические показатели (средние за 3 года) эффективности использования минерализованных вод приведены на примере орошения хлопчатника на опытно-производственном участке в крестьянском хозяйстве в Махтааральском районе Южно-Казахстанской области (табл. 7).

Таблица 7

Эффективность использования минерализованных вод

Показатель	Соотношение оросительной и минерализованной воды		
	1:0	4:1	2:1
Засоление корнеобитаемого слоя, % до промывки почв	0,78...0,89		
перед посевом	0,54	0,57	0,59
после уборки	0,66	0,76	0,83
Относительная урожайность, в долях от 1	1,00	0,95	0,88
Относительная прибыль, в долях от 1	1,00	0,91	0,79

Анализ табл. 7 показывает, что проведение поливов смешанной оросительной и дренажной водой в соотношении 4:1 с минерализацией 2,0...2,5 г/дм³ снизило урожайность хлопчатника на 3...7 %; в соотношении 2:1 (3,0...3,5 г/ дм³) – 11...13 % по сравнению с поливом оросительной водой (1,0...1,2 г/ дм³). Это, естественно, отразилось на полученной прибыли. Следует отметить, что существенное влияние на размеры прибыли оказывали закупочные цены, которые не были соизмеримы с затратами на возделывание хлопчатника.

Проведение поливов минерализованной водой позволяет получать приемлемые урожаи хлопчатника и не допускать реставрацию засоления корнеобитаемого слоя выше исходного уровня.

Эффективность утилизации минерализованных вод путем использования их на орошение многогранна. Её следует рассматривать как с экономической точки зрения, так и с экологической и социальной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. – 1968. – №11. – С. 3-15.

- 2 Вышпольский Ф.Ф., Магай С.Д., Раймбаев К.Т. Рекомендации по управлению мелиоративными режимами на орошаемых землях. – Тараз: 1998. – 38 с.
- 3 Зимовец Б.А., Хитров Н.Б. Экологическая оценка качества оросительной воды // Гидротехника и мелиорация. – 1993. – №5. – С. 30-33.
- 4 Стеблер И. Требование к качеству оросительных вод // Водное хозяйство. – Киев. – 1965. – №1. – 163 с.
- 5 Строганов Б.П., Кабанов В.В., Шевякова Н.И. Использование минерализованных вод на орошение. / В сб. науч. трудов ВАСХНИЛ «Современное состояние проблемы солеустойчивости растений». – М.: Колос, 1973. – С. 47-66.
- 6 Тулеубаев Б.А., Виноградов Е.П. Дополнительные источники орошения сельскохозяйственных культур / Аналитический обзор. – Алма-Ата: 1987. – 40 с.
- 7 Шабанов В.В., Рудаченко Е.П. Типизация объектов сельскохозяйственных мелиораций // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1971. – № 1. – С. 83-86.
- 8 Шахов А.А. Солеустойчивость растений. – М.: Лес. пром-сть, 1956. – 552 с.

Поступила 30.05.2013

Техн. ғылымд. канд. С.Д. Магай

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІНДЕГІ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ДАҚЫЛДАРЫН МИНЕРАЛДАНҒАН СУЛАРМЕН СУҒАРУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Ауыл шаруашылығы дақылдарын минералданған сулармен суғару технологиясының тиімділігі алдын ала келесі параметрлермен – топырақтың суғару алдындағы ылғалдылығымен және суғару мөлшерлерімен анықталады. Суғару суы мен ыза суының минералдылығының дәрежесіне байланысты осы параметрлерінің өзара үйлесуі өсімдіктің әртүрлі даму фазасында өзгереді.

УДК 504.06:629.78.004

Доктор техн. наук
Канд. биол. наукЖ. Жубатов *
Ш.С. Бисариева *
Е.Ю. Степанова ***ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ
БОКОВЫХ БЛОКОВ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ «СОЮЗ» (ЗОНА Ю-25)***КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ, РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ «СОЮЗ», РАЙОН ПАДЕНИЯ*

Представлены результаты экологической оценки состояния природных комплексов в районах штатного падения боковых блоков (отработавшая первая ступень) ракеты-носителя «Союз» в зоне Ю-25 в Улытауском районе Карагандинской области. Системный анализ критериев экологической устойчивости позволил определить в центре исследуемой территории зону интенсивного техногенного воздействия на объекты окружающей среды, занимающую 30 % от общей площади. Выявлена повышенная чувствительность почвы и растительности к загрязнению углеводородным ракетным топливом (керосин Т-1). Балльная оценка состояния зоны Ю-25 соответствует среднему уровню экологической устойчивости к воздействию ракетно-космической деятельности, с признаками трансформации биогеоценоза.

Многофакторный характер внешнего воздействия в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧ РН) требует применения комплексного подхода к экологической оценке состояния этих территорий. В ходе детального анализа показателей процессов, нарушающих равновесное состояние природных систем, производится их оценка в баллах, по компонентам окружающей среды и суммарно. Достоинством такого метода является максимальный учет всего многообразия воздействующих факторов, и вклада каждого из них в суммарную оценку. В итоге, достигается должная степень объективности при определении уровня экологической устойчивости к воздействию ракетно-космической деятельности (РКД) [1, 2, 4].

* РГП НИЦ «Гарыш-Экология», Алматы

В 2012 г. исследована зона Ю-25, расположенная на обширном (более 225 тыс. га) и малонаселенном участке территории Улытауского района Карагандинской области. Территория является частью туранской пустынной ландшафтной геосистемы и представлена природным комплексом с тесно взаимосвязанными компонентами и высокой чувствительностью к внешним воздействиям. Потенциальные возможности экосистемы сохранять свой естественный баланс в значительной мере формируются абиотическими факторами (погодно-климатические условия, рельеф местности, морфогенетические и физико-химические свойства почвы и пр.). В ряду источников антропогенного воздействия, таких как хозяйственно-бытовая деятельность местных жителей, выпас скота на пастбищах, автотранспортные перемещения, промышленная деятельность (гг. Жезказган, Сатпаев), ключевую позицию занимает ракетно-космическая деятельность.

Характер загрязнения атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и подземных грунтовых вод в штатных РП ОЧ РН определяется разрушением конструкции отделившейся первой ступени, при вхождении в плотные слои атмосферы, и при ударе о земную поверхность. На высоте 10...20 км остатки компонентов ракетного топлива (КРТ) из разрушившихся двигательных установок ступени поступают в воздух. Жидкий кислород испаряется практически моментально, а керосин (Т-1) лишь частично. Момент удара о землю и механического разрушения ступени (боковых блоков) сопровождается проливом КРТ на грунт, их испарением, накоплением или миграцией по почвенному профилю. Нередко происходит возгорание керосина, оставшегося в топливных баках и магистралях.

Учитывая низкую сопротивляемость почвогрунтов к механическим нагрузкам и высокую чувствительность растений к загрязнению нефтепродуктами, к основным факторам экологического риска РКД в зоне Ю-25 отнесены:

- химическое загрязнение воздуха, почвы, воды, растений нефтепродуктами;
- механическое повреждение почвенно-растительного покрова;
- возгорание степной растительности.

Для оценки экологической устойчивости исследуемой территории выбраны критерии, отражающие состояние структурных элементов экосистемы (атмосфера, ландшафты, почва, флора, фауна). Каждый из критериев, представленный группой показателей и характеристик, исследован на вариабельность и ранжирован по уровням экологической опасности. Для экологического

ранжирования используется количественная оценка (санитарно-эпидемиологические нормативы) и полуколичественная оценка (оценки в баллах, сделанные в ходе выполнения научных исследований).

В качестве показателя *ориентировочно допустимого уровня (ОДУ) химического загрязнения почвенного покрова нефтепродуктами* в зоне Ю-25 используется величина 100 мг/кг почвы. Это соответствует санитарными правилам и нормам для нефтяных месторождений Жетыбай и Каражанбас, по влиянию на санитарный режим почвы [4].

Покомпанентное ранжирование показателей и характеристик, служащих основой для критериев экологической устойчивости, в соответствии с классификацией Н.Ф. Глазовского и др. [3, 5, 7], проведено по 4 уровням:

- низкий (плохие условия, идет деградация биогеоценоза – 1 балл);
- средний (неудовлетворительные условия, техногенное воздействие нарушает ее экологическую устойчивость, появляются признаки деградации биогеоценоза – 2 балла);
- высокий (удовлетворительные условия, состояние нормы, техногенное воздействие на природный комплекс не превышает допустимых нагрузок – 3 балла);
- очень высокий (условия экологического благополучия, налицо признаки ненарушенности экосистемы – 4 балла).

Результаты ранжирования составляющих исследуемой экосистемы зоны Ю-25 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Интегральная оценка устойчивости элементов природного комплекса в зоне Ю-25

Наименование критерия экологической устойчивости	Наименование показателя, характеризующего оцениваемые критерии	Оценочный балл			
		1	2	3	4
Атмосфера					
Химическое загрязнение	Кратность превышения ПДК нефтепродуктов в атмосфере				+
Состояние атмосферы	Изменение погодных условий после пусков РН «Союз»		+		
	Метеопараметры в послепусковой период	+			

Наименование критерия экологической устойчивости	Наименование показателя, характеризующего оцениваемые критерии	Оценочный балл			
		1	2	3	4
Климат	Суммарная продолжительность солнечного сияния за год		+		
	Температура воздуха по сезонам		+		
	Годовое количество осадков		+		
	Среднегодовая скорость ветра		+		
	Климатические сезоны пусков РН (теплый, холодный)			+	
Средний балл		2,3			
Ландшафт					
Техногенная нагрузка РКД	Количество падений ОЧ РН за весь период эксплуатации РП	+			
Деградация территорий	Типы ландшафтов			+	
	Почвенно-географические условия			+	
	Сельскохозяйственное воздействие на ландшафты			+	
	Геохимическая устойчивость ландшафтов к техногенным нагрузкам (нефтепродукты)			+	
	Крепость почвогрунтов	+			
Средний балл		2,8			
Почва					
Химическая трансформация почв	Кратность превышения ПДК/ПДУ КРТ по классам опасности	+			
Физическая трансформация почв	Изменение мощности и содержания гумуса в профиле почвы (А+В), % от исходного, содержание валового азота и углерода, величина емкости поглощения (ЕКО), содержание обменного калия, натрия, магния, засоленность, изменение щелочно-кислотной характеристики почвы (рН), уменьшение окислительно-восстановительного потенциала (Еh), сумма частиц физической глины, естественная влажность				+
Биологическая трансформация почв	Изменение видового состава и численности микроорганизмов, снижение длины проростков по сравнению с фоном (фитотоксичность)		+		
Средний балл		2,3			

Наименование критерия экологической устойчивости	Наименование показателя, характеризующего оцениваемые критерии	Оценочный балл			
		1	2	3	4
Водные объекты					
Химическое загрязнение вод КРТ и продуктами их распада и трансформации	Кратность превышения ПДК приоритетных по опасности вредных химических веществ в природных водах; Превышение ПДК биогенных веществ в воде поверхностных водоемов				+
Состояние воды	Щелочно-кислотная характеристика воды (рН), уровень минерализации				+
Средний балл		4,0			
Флора					
Видовое разнообразие	Уменьшение биоразнообразия, плотности популяции вида-индикатора химической нагрузки, видовой состав растительности		+		
Состояние растительности	Изменение проективного покрытия растительности		+		
Антропогенная трансформация	Площадь растительности, нарушенной вследствие механического и химического воздействия РКД	+			
Средний балл		1,6			
Фауна					
Антропогенная трансформация	Признаки угнетенного состояния			+	
Средний балл		3,0			

Атмосфера и климат. Выявленные в ходе анализа климатических показателей зоны Ю-25 закономерности свидетельствуют о естественной способности атмосферы к быстрому восстановлению после негативного техногенного воздействия. Типичными для ненарушенной экосистемы являются температурные контрасты в разные сезоны года. В июле средняя суточная температура воздуха варьирует в пределах 23...30 °С; в январе -8...-12 °С. Основным фактором, способствующим трансформации углеводородного ракетного топлива в окружающей среде, является высокий показатель продолжительности солнечной освещенности в зоне Ю-25 – 2 753 ч/год. Затормозить процессы химического распада и переноса загрязнения за пределы территории способны: слабая ветровая деятельность (4...5 м/с, с порывами до 15 м/с), невысокое

увлажнение воздуха (гидротермический коэффициент менее 0,3), малая сумма осадков (65...70 мм в холодном и 90...130 мм в теплом периодах); небольшое число дней в году с пыльными бурями (2...4). Воздействие погодных условий в зоне Ю-25 является благоприятным преимущественно для накопления нефтепродуктов в объектах окружающей среды. По результатам инструментальных замеров химическое загрязнение в приземном воздухе на местах пролива ракетного углеродного топлива отсутствует. В целом, атмосфера соответствует среднему уровню экологической устойчивости (2,3 балла).

Ландшафт зоны Ю-25 демонстрирует возможность стока загрязнений. В центральной части исследуемой территории ландшафт равнинный, пустынный и полупустынный, в юго-западной и южной части – низменный, в северо-западной – относительно возвышенный. С одной стороны это предполагает миграцию и трансформацию КРТ в экосистеме. С другой стороны, почвенно-географическими условиями северных пустынь обеспечиваются процессы самоочищения от загрязнений. Тип антропогенного фонового воздействия (преимущественно, выпас скота), и геохимические особенности (преобладание бурых почв с низким содержанием гумуса), определяют устойчивость ландшафтов зоны Ю-25 к загрязнению керосином Т-1.

К механическому воздействию ракетно-космической техники (РКТ), вызванному большим количеством падений ОЧ РН, почвогрунты в зоне Ю-25 неустойчивы. С учетом захламления старых мест падений остатками фрагментов ОЧ РН, установленного в 2012 г., по данному показателю определена низкая устойчивость. В сумме, экологическая устойчивость ландшафтов к воздействию РКТ оценивается на уровне, выше среднего (2,8 балла).

Почва. Механический состав и морфологические характеристики бурых и сопутствующих им почв в подзоне северных пустынь Центрального Казахстана, в значительной степени обуславливают преобладание выноса техногенных загрязнителей над процессами их миграции и аккумуляции в почвенной среде, обеспечивая тем самым самоочистку экосистемы от углеродородного загрязнения. Показатели физической трансформации почвы находятся на очень высоком уровне устойчивости.

На местах падения ОЧ РН сроком давности 9...11 лет показатели остаточных концентраций нефтепродуктов в поверхностном слое почвы и на глубинах до 107 см имеют относительно низкий уровень загрязнения (\leq ОДУ). На свежих местах падения (1...6 лет) предельные концентрации

нефтепродуктов в верхнем слое почвы превышают ОДУ с кратностью 20...98. Данные о химической трансформации почвы демонстрируют ее низкий уровень устойчивости.

В ходе анализа характеристик микрофлоры почвы и ее фитотоксичности, выявлен ряд признаков биологической трансформации под токсическим воздействием керосина Т-1. Это свидетельствует о низкой устойчивости биогеоценозов к воздействию РКТ. В сумме показатели физической, химической и биологической трансформации почвенного покрова зоны Ю-25 оцениваются в 2,3 балла (средний уровень экологической устойчивости).

Характеристики природной воды в зоне Ю-25 соответствуют естественному состоянию пресноводных объектов с проточным типом водообмена. Уровень минерализации находится в пределах предельно-допустимой концентрации для вод хозяйственно-питьевого назначения. Показатели рН (7,7...9,47) указывают на слабо- и сильно-щелочную среду. В природных водах исследуемой зоны содержание нефтепродуктов не превышает предельных уровней (0...0,005 мг/дм³). В итоге, в зоне Ю-25 определен очень высокий уровень устойчивости воды к загрязнению углеводородным ракетным топливом (4 балла).

Флора. Биохимическими свойствами растительности обусловлена восприимчивость к загрязнению нефтепродуктами. При геоботаническом обследовании, проведенном в зоне Ю-25 в 2012 г., в 42 % из рассмотренных случаев определены признаки сильной нарушенности растений в результате загрязнений почвы углеводородным ракетным топливом, деформаций, вызванных возгоранием и захламлением территорий остатками упавших фрагментов ОЧ РН. Сделаны выводы о повреждении корневой системы растений на местах падения ОЧ РН «Союз», слабом и долговременном процессе восстановления растений на местах пожарищ. Таким образом, растительный покров на местах падений ОЧ РН оценивается на промежуточном (между средним и низким) уровне (1,6 балла).

Фауна. При выполнении зоологических обследований в 2012 г. на 50 % территории зоны Ю-25 отмечена пониженная плотность животных. Установлена связь между антропогенной нарушенностью растительного покрова на местах падения ОЧ РН и изменением видового разнообразия фауны. В то же время, сделан вывод об отсутствии патологий внутренних органов, цитогенетических и гематологических нарушений у 6-ти отловленных мышевидных грызунов (индикаторный вид в зоне Ю-25). Это дает

основание определить состояние фауны, как близкое к фоновому, с высоким уровнем экологической устойчивости (3 балла).

Вариабельность. При анализе критериев экологической устойчивости, сгруппированных по компонентам окружающей среды, высокая изменчивость определена для показателей состояния атмосферы (метеопараметры и климатические характеристики), ландшафтов (показатель крепости почвогрунтов), природной воды (рН, нитраты, натрий, хлориды), почвенного покрова (рН, число азотфиксирующих микроорганизмов, грибов и бактерий), растительности (проективное покрытие, число видов) и критериев антропогенного воздействия (физическая трансформация почв, химическая трансформация почвы и воды, антропогенная нарушенность растительного покрова, плотность населения зооценозов). Это указывает на сохранение экосистемной зоны Ю-25 естественного баланса сил при существующем риске трансформации экосистемы из-за негативного воздействия техногенной деятельности.

Зонирование. На этапе выявления на территории зоны Ю-25 зон с различными уровнями значений оценочных показателей экологической устойчивости, с привлечением ГИС-технологий, созданы тематические карты. В центральной части зоны Ю-25 выделена зона интенсивного воздействия РКД, занимающая 30 % от общей площади.

Уровень устойчивости экосистемы к воздействию РКД определяется в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Сводная таблица экологических оценок

Уровень риска	Характеристика экологического риска от РКД	Индекс (в баллах)
<i>Низкий</i>	Условия экологического благополучия, налицо признаки ненарушенности экосистемы	110...128
<i>Умеренный</i>	Удовлетворительные условия. Состояние нормы, техногенное воздействие на ОС не превышает допустимых нагрузок	90...109
<i>Средний</i>	Неудовлетворительные условия, техногенное воздействие на ОС нарушает ее устойчивость, появляются признаки трансформации биогеоценоза	55...89
<i>Высокий</i>	Экологическое бедствие. Плохие условия, идет деградация биогеоценоза	24...54

Суммарная оценка экологической устойчивости зоны Ю-25 в 63 балла указывает на неудовлетворительную ситуацию, связанную с признаками деградации биогеоценоза под воздействием РКД.

Адаптация ценозов зоны Ю-25 к негативному техногенному воздействию обеспечивается климатическими условиями, морфологическими характеристиками почвенного покрова и биологической устойчивостью флоры и фауны на большей части исследованной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд Д.Л. Балльные оценки в географии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1973. – № 2. – С. 111-123.
2. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу / Биохимические циклы. – М.: Наука, 1976. – С. 99-118.
3. Глазовский Н.Ф. Геохимические потоки в биосфере. / Избранные труды в 2 т. Том 1 – М.: Изд-во КМК, 2006. – 535 с.
4. Жубатов Ж. Система критериев экологической устойчивости территории Республики Казахстан к воздействию ракетно-космической деятельности. – Алматы, 2008. – 145 с.
5. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. – М. – Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
6. Нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ, вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих почву. Утв. совместным приказом Минздрава РК от 30 января 2004 года № 99 и МООС РК от 27 января 2004 года № 21-П.
7. Прикладная экология: учебник для студентов высших учебных заведений / Под ред. В.В. Дмитриева, А.И. Жирова, А.Н. Ласточкина. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 608 с.

Поступила 20.06.2013

Техн. ғылымд. докторы Ж. Жубатов
Биол. ғылымд. канд. Ш.С. Бисариева
 Е.Ю. Степанова

«СОЮЗ» ЗЫМЫРАН-ТАСЫҒЫШЫНЫҢ БҮЙІР БЛОКТАРЫНЫҢ ҚҰЛАУ АУДАНДАРЫ АУМАҚТАРЫНЫҢ (Ю-25 АЙМАҚ) ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ

*Қарағанды облысының Ұлытау ауданында орналасқан
«Союз» зымыран-тасығышының (ЗТ) бүйір блоктарының Ю-25*

аймағындағы штатты құлау аумақтарындағы (жұмысы аяқталған бірінші сатыларының) табиғи нысандардың экологиялық жай-күйін бағалау нәтижелері ұсынылған. Экологиялық тұрақтылық өлшемдерін жүйелі талдау барысында, зерттеу аумағының орталық бөлігінің 30 % көлеміндегі қоршаған орта нысандары интенсивті техногенді әсердің ықпалында екені анықталды. Топырақ пен өсімдік жамылғыларының көмірсутекті зымыран отынымен (Т-1 керосині) ластануға өте сезімтал екені анықталды. Ю-25 аймағының жай-күйінің зарыштық-зымыран қызметінің әсеріне экологиялық тұрақтылығы, биогеоценоздың өзгеру белгілерімен қатар, балдық бағалау бойынша орташа деңгейге сәйкес келеді.

УДК 551.501.594

Д.В. Вакарь *

**УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ***АНЕМОРУМБОМЕТР, МОДЕМ, АДАПТЕР, ЗАЩИТА, ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ, УСТРОЙСТВО*

В статье представлено разработанное ИП «Прибор-Сервис» устройство защиты метеорологического оборудования: Анеморумбометра М63М-1, модемов(телефонов), адаптера RS-485(RS-232) от грозовых и импульсных перенапряжений.

При эксплуатации электронного метеорологического оборудования в его цепях могут возникать различные виды электрических перегрузок, наиболее опасными из которых являются перегрузки по напряжению (Перенапряжения), создаваемые электромагнитными импульсами (ЭМИ) естественного происхождения (за счет грозовых разрядов) и искусственного происхождения (за счет излучений радиопередающих устройств, высоковольтных линий передачи, сетей электрифицированных железных дорог и т.п.) и электростатических разрядов (ЭСР).

Воздействие ЭМИ естественного и искусственного происхождения на электронные компоненты оборудования приводит к изменению их параметров за счет как непосредственного поглощения ими энергии, так и воздействия на них наведенных в цепях импульсов токов и напряжений. По данным фирмы General Semiconductor, потери промышленности США от воздействий перенапряжений составляют более \$10 млрд. в год [4]. Учитывая сроки эксплуатации электронного оборудования в Республике Казахстан, его износ и отсутствие жестких требований по защите от перенапряжений можно предположить, что эти потери в нашей стране также велики.

Наиболее чувствительными к воздействию Перенапряжений, наведенных ЭМИ естественного и искусственного происхождения на проводах, линиях связи и кабелях, являются подключенные к ним выходные

* Государственный Технический Университет, г. Омск, Россия
150

устройства, в первую очередь выполненные на цифровых интегральных микросхемах (ИМС) и дискретных полупроводниковых приборах, в которых отсутствует защита от Перенапряжений.

К таким устройствам относятся пульта измерительные МВ1-2 (МВ1-2М1) анеморумбометра М63М-1; устройства интерфейсов приема/передачи данных, модемы, телефонные аппараты. Метеорологические датчики измерения параметров ветра и автоматические измерительные системы, как правило, располагаются на метеорологических площадках удаленных на 100 м от зданий, где находится оконечное оборудование. Передача данных измеренных метеовеличин осуществляется в основном посредством кабелей и линий связи.

Разработанное ИП «Прибор-Сервис» устройство защиты метеорологического оборудования (УЗМО) предназначено для одновременной защиты: 1) измерительных каналов и цепей вторичного электропитания пульта измерительного МВ1-2 (МВ1-2-М1) анеморумбометра М63М-1; 2) модема, телефона; 3) адаптера интерфейса передачи данных RS- 485 (RS-232) автоматических метеорологических измерительных информационных систем «Погода» и «MAWS», AMS-111:

- от грозových импульсных перенапряжений (при непосредственном ударе молнии в наружные линии связи; при косвенном ударе молнии (образующиеся при этом электромагнитное поле индуцирует напряжение в линиях связи); при ударе молнии в грунт (создается разность потенциалов в системе заземления);

- от электрических перегрузок по напряжению, создаваемые за счет излучений радиопередающих устройств, высоковольтных линий передачи, сетей электрифицированных железных дорог и т.п.;

- для защиты от коммутационных импульсных перенапряжений;

- электростатических разрядов.

УЗМО подключается в «разрыв» соединительных кабелей (Рис. 1) и линий связи защищаемого оборудования, располагается как можно ближе к нему (оборудованию). Также не допускается пересечения входных и выходных кабелей и проводов.

Принцип работы: Каждая из схем защиты УЗМО выполнена по комбинированной 2-х ступенчатой гибридной схеме с применением газонаполненных разрядников в качестве первой ступени и быстродействующих полупроводниковых ограничителей перенапряжений в качестве последующей. Напряжение срабатывания разрядников выбирается большим

максимального напряжения элементов входных цепей защищаемого оборудования $U_{опт.} > U_{макс.об.}$, а напряжение срабатывания ограничителей перенапряжения выбирается меньшим максимального напряжения элементов входных цепей оборудования $U_{опт.} < U_{макс.об.}$.

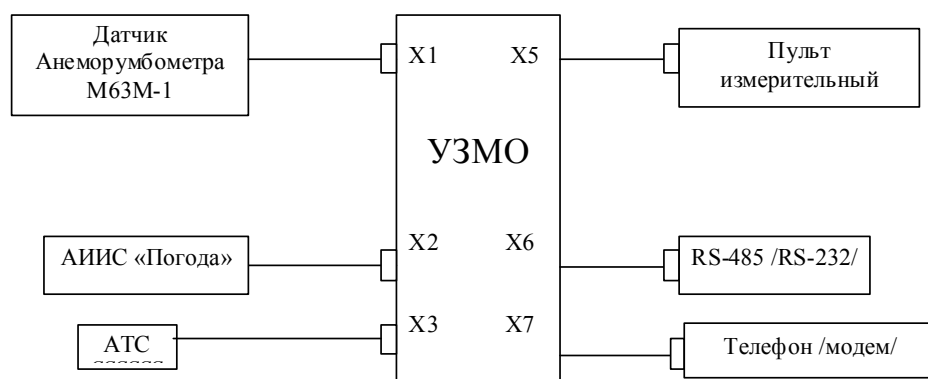


Рис. 1. Блок-схема включения УЗМО.

При нормальных условиях работы (отсутствии Перенапряжений) УЗМО «невидимо» – импульсы по линиям связи от: датчиков анеморумбометров М63М-1, АИИС «Погода» и АТС поступают на вход разъемов X1 – X3, проходят через элементы схем защиты без существенного ослабления и через выходные выводы разъемов X4 – X7 подаются на элементы входных цепей защищаемого оборудования.

Когда по любой из линий на вход разъемов X1 – X4 УЗМО, поступают импульсы перенапряжений с потенциалом, величина которого превышает пороговое напряжение (см. табл.) включения элементов защиты, то срабатывает 1 или 2 ступени схемы защиты, (на рис. 2 показан пример защиты для пульта МВ1-2) элементы которых обеспечивают необходимое ограничение амплитуды импульса перенапряжений искусственного и естественного происхождения, а также требуемое сглаживание его фронта до значений равных эксплуатационным для подключенного защищаемого оборудования и тем самым предохраняет его от выхода из строя. УЗМО не требует дополнительного электропитания. Требуется наличие заземления.

УЗМО соответствует требованиям нормативных документов: ГОСТ 5238-81; ГОСТ 27049-86 и имеет **Патент РК №806 от 27.03.2012 г.** [2, 3].

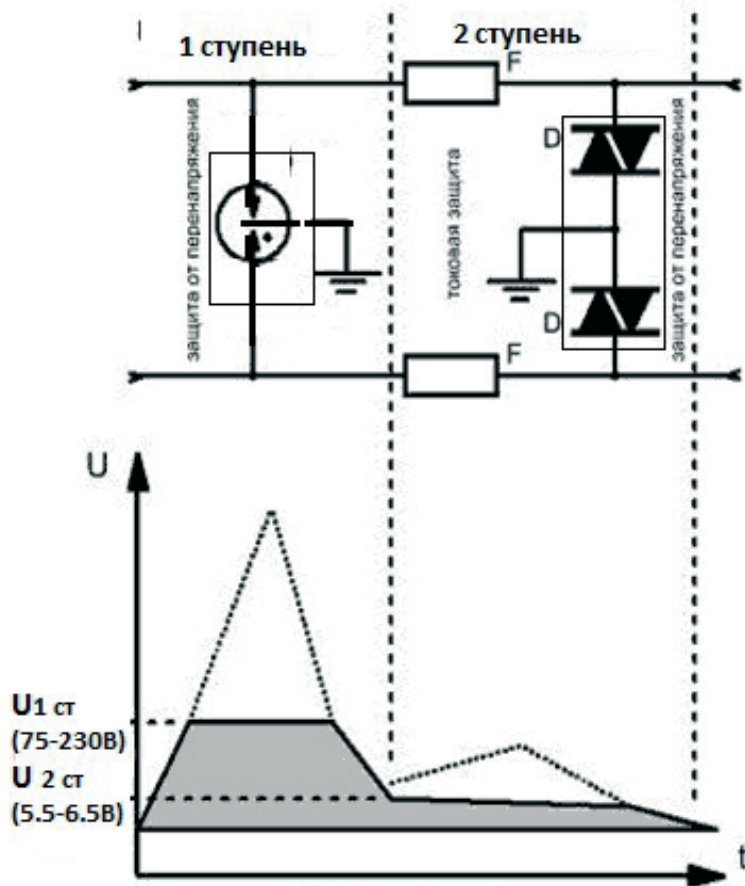


Рис. 2. Принцип работы УЗМО при возникновении импульса перенапряжения.

Таблица

Краткие технические характеристики

Параметр	Защита входных цепей измерительных каналов и цепей вторичного электропитания пульта измерительного анеморумбометра М63М-1	Защита телефона / модема/	Защита адаптера интерфейса передачи данных RS-485 (RS-232)
Ограничение по напряжению, В	5,5...6,0 и 12	124...140	5,5...6,0
Максимальный разрядный ток (8/20) I_{\max}	10 кА	20 кА	10 кА

Параметр	Защита входных цепей измерительных каналов и цепей вторичного электропитания пульта измерительного анеморумбометра М63М-1	Защита телефона / модема/	Защита адаптера интерфейса передачи данных RS-485 (RS-232)
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	------------------------------------------------------------

Общий импульсный ток (10/350)	5 кА	5...10 кА	5 кА
Скорость передачи данных		до 1 мбит/с	115200 бит/с
Время срабатывания, с	$< 1 \cdot 10^{-12}$	$< 5 \cdot 10^{-9}$	$< 5 \cdot 10^{-9}$
Рабочая температура, °С	-40...+80		
Мощность Р, Вт	1500		
Напряжение срабатывания разрядников, В	От 75 до 230 в зависимости от типа разрядника		

УЗМО собрано в герметичном корпусе (рис. 3) из поликарбоната с размерами 171×121×55 мм и соответствующем стандарту защиты IP-65. Радиоэлементы схем защиты расположены на печатной плате. Подключение к анеморумбометру М63М-1 производится через шаровые разъемы, линий связи для телефона и RS485 – винтовые клеммные колодки. Схема соединений указана на внутренней стороне верхней крышки изделия.



Рис. 3. УЗМО в сборе.

УЗМО находится в эксплуатации с мая 2010 года. Опытный образец проходил испытания на метеостанции Астана с 05.2010 по 06.2011 года. Метеостанция расположена в частном секторе, 100 м от нее проходит высоковольтная линия электропередач, кроме того в радиусе до 1 км работают высокочастотные и импульсные радиопередатчики различной мощности. С 05.2010 по 09.2012 в районе г. Астаны ($R = 25$ км) зафиксировано более 250 грозовых явлений различной степени интенсивности и продолжительности (в т.ч. 5.08.2010 г. в г. Астане 1 человек погиб и десятки получили травмы). В 2011...2012 гг. – 25 штук УЗМО поставлены в Северо-Казахстанский ЦГМ и ЦГМ г. Астаны. За время эксплуатации устройств защиты УЗМО выходов из строя защищаемого оборудования (пульт измерительный анеморумбометра М63М-1, модем (телефон) и адаптер RS-485) не отмечалось.

Преимущества:

1. Одновременная защита 3-х устройств.
2. Высокое значение допустимого тока.
3. Низкая входная емкость 1 ступени защиты (разрядников).
4. При срабатывании разрядников, в цепи «линия – земля» не возникает режима короткого замыкания, т.к. в схему специально введен дополнительный разрядник, что повышает надежность и стабильность работы защищаемого оборудования.

5. Низкие уровни (от 5,5 В...6,0 В) напряжения ограничения 2 ступени защиты. Их высокая долговечность и надежность. Широкий диапазон рабочих напряжений. Высокое (в отличие от варисторной защиты) быстродействие. Низкая собственная емкость. Высокая выходная мощность рассеивания (1500 Вт).
6. Невысокая стоимость 25500 тенге (оптовая стоимость устройств защиты только для телефона/модема производства стран дальнего зарубежья составляет 50 евро)

Недостатки:

1. Высокое напряжение возникновения разряда 1 ступени защиты (разрядников).
2. Значительное время срабатывания 1 ступени (около 100 нс).

Основными недостатками УЗМО и других существующих устройств защиты для слаботочного оборудования являются их невзаимозаменяемость, так как: Каждое из устройств разрабатывается для защиты определенного типа /вида/ оборудования (устройства).

Применение устройств защиты от импульсных перенапряжений признано эффективным методом защиты электронных устройств, оборудования и приборов от любых внешних электрических воздействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко А.А. Адаптер интерфейса RS-232 - RS-485 [Электрон. ресурс]. 2012. – URL: <http://www.grz.ru/schemes/contribute/icenet/SO/so000020.shtml> (дата обращения 18.03.2012)
2. ГОСТ 27049-86 Защита оборудования проводной связи и обслуживающего персонала от атмосферных разрядов. М.: Государственный комитет по стандартам, 1987. – 8 с.
3. ГОСТ 5238-81 Схемы защиты от опасных напряжений и токов возникающих на линиях. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 21 с.
4. Кодуков А. TVS-диоды — полупроводниковые приборы для ограничения опасных перенапряжений в электроустановках [Электрон. ресурс]. 2011. – URL:<http://kazus.ru/articles/369.html> (дата обращения 02.11.2011)
5. Кравченко В.И. Грозозащита радиоэлектронных средств. – М.: Радио и Связь, 1991. – 264 с.

6. Черепанов В. П., Хрулев А. К., Блудов И. П. Электронные приборы для защиты РЭА от электрических перегрузок. – М.: Радио и связь, 1994. – 224 с.

Поступила 23.04.2013

Д.В. Вакарь

**МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫ ҚОРҒАУ ҚҰРЫЛЫМЫ.
ҚАСИЕТТЕРІ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ**

«Прибор-Сервис» ЖК әзірдеген метеорологиялық жабдықты қорғау құрылғысы қаралды: найзағайдан және импульсті кернеу күшеюінен анеморумбометр М63М-1, модемдер (телефондар), адаптерлер RS-485(RS-232).

ӘӨЖ 821. 512. 122.09.01

Геогр. ғылымд. докторы Қ.Т. Сапаров *

**ЛАНДШАФТ ӨЗГЕРІСТЕРІН АНЫҚТАУДАҒЫ ӨСІМДІК
АТАУЛАРЫНЫҢ РӨЛІ (ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ
НЕГІЗІНДЕ)***ФИТОНИМ, ЗООНИМ, ПОТАМОНИМ, ОРОНИМ,
ЛАНДШАФТТЫҚ ИНДИКАЦИЯ, ИНДИКАТОР-ТЕРМИН,
ТАБИҒАТ ЗОНАСЫ, ТІК БЕЛДЕМДІЛІК, РЕЛИКТ, ҚОРЫҚ*

Мақалада Шығыс Қазақстан облысы деректері негізінде ландшафттар тұрпаттарының қазақ жер-су атауларында (топонимдер) көрініс табуы және сол топонимдердің «ландшафты индикатор» рөлін атқаратыны көрсетілген. Сонымен қатар өсімдік атаулары нысандарының топонимдермен өзара байланысы жөнінде сөз болады.

Шығыс Қазақстан облысының жер бедері пішіндері әркелкі, жазық боп келетін ландшафттары біртіндеп батыстан шығысқа қарай төбелі, шоқылы, тау алды биік таулы болып алмасады. Ертіс өзені бойындағы жазықтар солтүстікке қарай ығыса Құлынды далаларымен жалғасып жатыр. Жазықты және таулы болып келетін ландшафттар өзіндік жаратылысымен ерекше көзге түседі. Аумақтың үлкен бөлігін дала зонасы алып жатыр. ШҚО дала зонасының 3 /типi/ тұрпаты әртүрлі – шымды, астық тұқымдасы, кәдімгі, құрғақ (оңтүстік) болып ажыратылады. Дала зонасының басты экологиялық сипаттамасы температура тиімділігінің қосындысы (орташа тәуліктік температура 10 °С жоғары) болып табылады.

Аумақтың табиғат кешендерінің әркелкі болып келуі, оның географиялық орны, 3 климаттық және физикалық географиялық облыстардың шекарасында орналасуына байланысты болады [1]. Дала зонасы қоңыржай ылғалды және қоңыржай жылы климатымен (тиімді температура қосындысының жылдық жиынтығы 1800...2000 °С), ылғалдану дәрежесіне сәйкес келеді. Дала зонасына кенді және оңтүстік Алтайдың солтүстік, батыс және оңтүстік бөліктері және Қалба жотасы сұғына еніп жатыр. Тауалды өзен аңғарлары қара топырақты астық тұқымдас, бозды-селеулі далалармен ерекшеленеді. Ылғал мол түсетін

* Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

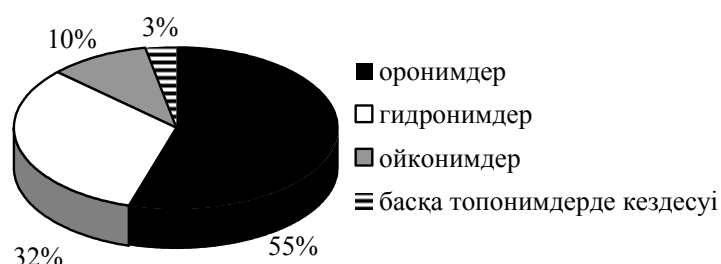
жерлерде өсімдік жамылғысы мол келеді. Қоңыржай шалғынды далалар біртіндеп бұталы және боз-бетегелі үшқат, итмұрын, тобылғы, құртқашаш өскен далаларға ауысады. Өзен, бұлақ бойы терек, тал, шабындық шалғынды өсімдіктер өссе, тау беткейлері аралығындағы тар шатқалдар мойыл, итмұрын, долана, бөрі жидек, т.б. жемісті өсімдіктерге мол. Алтай ландшафттарының биіктік белдеулері солтүстік-батысында дала зонасынан басталса, Зайсан ойысына қараған жағында шөлейт зонасы басталады. Олардың шекарасы Бұқтырма өзені арқылы өтеді. Далалық тау беткейлерінен жоғары орманды таулар (2100...2300 м), шалғынды альпілік белдеуі (2500...2600 м) және биік шыңдары мәңгі қар жататын белдеуге (2600 м жоғары) өтеді.

Батыс Алтайда өсімдік жамылғысындағы ылғал сүйгіш мезофитті түрлері осы зоналар мен белдеулерге сәйкес келеді. Орман ландшафты бал қарағайлы және ұсақ жапырақты кей жерлерінде самырсынды-жапырақты болып келеді [8]. Орманды дала зонасы «Оңтүстік Алтайда аралас және жапырақты» – ормандармен ерекшеленсе, ал оңтүстік беткейлері және тау аралық қазаншұңқырларда далалық өсімдіктер басымырақ келеді.

Орман белдеуі облыс аумағының 40 %-ын алып жатыр. Орман массивтерінің жоғары шекарасы жылу мен ылғалдың әсерінен қалыптасады. Негізгі қылқанды өсімдіктер: шырша, самырсын, қарағай, майқарағай, балқарағай, т.б. жер бедері, климат және топырақ жағдайларына байланысты орман белдеуі келбетін қалыптастырса, Ертіс өзенінің оң жағалауы (Орта Ертіс бойы) құмда өскен таспалы қарағай реликт орманымен ерекшеленеді.

Зайсан қазаншұңқыры, Ертіс өзені, Оңтүстік Алтай өзендерінің аңғарларында Орта Азиялық дала өсімдіктері ерекшеленіп көрініс тапқан деуге болады. Сауыр-Тарбағатай тауларының аймағы табиғи ерекшеліктеріне сәйкес, Тарбағатай таулы-далалы ауданы, Сауырдың таулы орманды-шалғынды даласы болып бөлінеді. Тарбағатай даласының өсімдіктері бұталы қарағайлы болып келеді, таудың солтүстік беткейінде альпі шалғынына ұласады. Оңтүстік беткейінде де бұталы өсімдіктер көп. Сайларда жеміс-жидек ағаштары, көк терек, ақ теректің шағын ормандары кездеседі. Далалық бөлігінде жусанды өсімдіктер көп, олар жайылым есебінде пайдаланылады. Дала зонасы шөптесін өсімдіктерге бай. Мұнда боз бетеге, атқонақ, еркекшөп, кермек басым өседі. Шалғынды өсімдіктерден бидайық, арпабас, қоңырбас аса ылғалды жерлерде қияқ пен құрақ өседі. Далалық өсімдіктер арасында дәрі-дәрмектік өсімдіктерде бар.

Мысалы, жанаргүл, шайшөп, итмұрын, дәрілік валериан, жалбыз, мия т.б. Әсіресе Алтайда мұндай шөптер көптеп кездеседі [6]. Дала және шөлейт зоналарының аралығында жусандар көлемді жерлерді алып жатады. Шөлейт зонасы негізінен бетеге, жусан, түймедақ және боздан құралады. Шыңғыстау және Аягөз, Тарбағатай жоталарының аңғарлары арасында әртүрлі шалғын шөптер көп өседі. Тоғай ағаштарымен қатар бұталы өсімдіктер долана, мойыл, итмұрын, қарақат, таңқурай т.б. кездеседі. Сауыр тауының етегі 600...700 м-ге дейін шөлейт зонаға жатады, оның сортаңданған кара қоңыр топырағында шөлейт өсімдіктері өседі. Ормандары Сібір ағаштары мен Тянь-Шань шыршасынан тұрады. Тарбағатайдың шығысы мен Сауырдың оңтүстік бөлігі аралығын Шілікті шөлейт даласы алып жатыр. Тасты сортаңдалған сұр топырақтар көде, жусан, бетеге, селеу т.б. өсімдіктерге бай келеді. Зайсан қазаншұңқырының өсімдік жамылғысына тоқталсақ ксерофитті (жусанды-дәнді, жусанды тұз шөп далалы және шөлді) әрі горизонтальды ылғал сүйгіш голофитті және псаммофитті өсімдіктерге тән келеді. Қазіргі Қазақстанның өсімдік жамылғысы 6000-дай өсімдік түрлерінен тұрады [9, 16]. Біздің зерттеулерімізде өсімдік атауларының жүктемесі географиялық номенклатурада 1194 фитотопонимдерде, 120-ға жуық өсімдік атауларында бейнеленеді. Барлық топонимдердің (20 мың) 6,4 %-ын құрайтыны анықталған [5]. Павлодар облысымен салыстырғанда (417 фитотопоним, 40-тан астам фитоним) [14], фитотопонимдердің 3 есе көп екенін аңғартты (Сурет).



Сур. Шығыс Қазақстан облысының фитотопонимдерінің салыстырмалы сипаттамасы

Шығыс Қазақстан облысында Қазақстанның қызыл кітабына енген сирек кездесетін бағалы, жойылып бара жатқан 52 өсімдік түрін, оның ішінде 26 реликті және 16 эндемик өсімдіктерді атауға болады [12]. Батыс Алтай қорығында (Лениногор, Зырян аудандарын қамтиды) өсімдіктер

түрінің және дәрілік өсімдіктердің көптігімен ерекшеленеді. Мәселен, мұнда орманның 25 түрпаты, қылқан жапырақты ағаштардың көп түрі шоғырланған. Әсіресе, бағалы самырсын, майқарағайдың орны ерекше. Батыс Алтай қорығында табиғат белдемдері сан алуан. Олар шалғынды дала, бұталы, самырсынды, шыршалы тайга, субальпі, альпі және биік таулы тундрадан тұрады. Әрбір табиғат белдемдерінің өзіне тән өсімдіктер дүниесі бар. Орман іші шипалы жеміс-жидек беретін ағаштарға, дәрілік өсімдіктерге бай. Әсіресе субальпі белдемдерінде дәрілік өсімдіктерден марал оты, алтын тамыр және алтай сарғалдақтарын, бәйшешектердің тұнып тұрған популяцияларын кездестіруге болады. Альпі белдемдерінің де өсімдік жамылғысы сан алуан. Мұнда шөптесін көпжылдық өсімдіктер басым. Топтасып өскен аласа қайың, алтай тиындағы, алтын тамыр, марал оты т.б. өсімдіктер кездеседі. Биік таулы тундра 2000...2200 м биіктікте жатыр. Бұл белдемде жатаған бұталы өсімдіктер қияқ, альпі мүгі, қырықбуын, мойыл т.б. өседі [3].

Сонымен Батыс Алтай қорығында өсімдіктің 145 түрі, Марқакөл қорығында 200-астам түрі ерекше қорғауға алынған деуге болады. Биіктеген сайын ағаш түрлерінің орналасу заңдылықтарын байқауға болады. Қарағай 700...800 м, қайың 1500 м, көктерек одан биігірек самырсын мен майқарағайдың шекарасына жақынырақ орналасады. Таулардың оңтүстік беткейлерінде ормандардың аз, мүлдем өсімдік жамылғысынан айырылғанын аңғаруға болады. Сыртқы орта орман шекараларының өзгерісіне әсерін тигізеді. Оңтүстік Алтай тауларында 1600 м-ден жоғары майқарағай мен шырша ормандары шегініп, балқарағай ормандары орнығады. Оңтүстік Алтайда негізгі орман қорын Сібір самырсыны құрайды және 2000 м биіктікке дейін көтеріледі. Аталған ағаш түрлері қара ормандар (тайга) келбетін (жарықты аз түсіреді) қалыптастырады. Алтай тауының 70 %-ын орманды, тоғайлы, бұталы, жемісті және шалғынды өсімдіктерге бай болғандықтан, өсімдік атауы қатысуымен жасалған атаулар жергілікті географиялық нысандарда айрықша көрініс тапқан деуге болады. Қазақтың ономастикалық кеңістігінде аң, үй жануарларының әлемі қалай толыққанды өз көрінісін, өз келбетін бере алса, өсімдік әлемі де дәл солай өз бейнесін Қазақстан топонимиясында тайға таңба басқандай қалдырды [15]. Қазақ тілінде өсімдік атауларын зерттеген ғалым Б. Қалиев өсімдіктер жөнінде былай жазды: «... өсімдіктерсіз өмір жоқ, олар біздің досымыз; тіршілігімізге тірек, өмірімізге нәр, күнделікті тұрмысымызда көрік. Өсімдіктер қисең-

киім, ішсең-тамақ, жатсаң-төсек, жазсаң-қағаз». Дәстүрлі мал шаруашылығымен шұғылданған қазақ халқы жер бетіндегі өсімдіктер дүниесін тым ертеден бақылап, зер салып, көңіл қойған. Олардың қайсысы қай малға жұғымды екендігін, қай шөп олар үшін пайдалы, қай шөп зиянды (улы) екендігін ажырата білген және өсімдіктердің түр түсін саралап, әрқайсына жеке-жеке ат қойып, айдар таққан [9]. Қазақстанның түрлі ландшафтық-климаттық аймақтарында төрт түлік малын өсірген қазақ асқар таулар мен кең жазықтарда, адырлы үстірттер мен далалы шөлейттерде, шағыл құмдар мен айдын көлдердің алқаптарында, өзендер жағалауында, орманды өлкелерде өсетін малға керек әрбір өсімдіктің қасиетін жақсы білген, сол себепті өсімдік атаулары қазақ тілінде орасан көп, сол себепті де шөп, өсімдік аттарын топтастыруда геоэкологиялық негіз бар деуге болады.

Табиғи ерекшеліктерімен сипатталатын түрлі өңірлер мен аймақтардың топонимиясы әр өлкенің флорасына сай тілдік (онимиялық) өз көрінісін береді. Мәселен, Е.Ә. Керімбаевтың байқауынша Қазақстанның таулы аймақтарында негізінен тауларда өсетін өсімдіктер атауларынан туындаған оронимдер кездеседі. *Аришалы, Аришаты, Ырғайлы, Қайыңды, Тобылғылы, Алмалы, Алмасай, Қарағаш, Пістелі, Доланалы, Өрікті* т.б. жусанның түрлі атаулары, жабайы пияздың түрлері-сарымсақ, жуа, қалба, соғұн т.б. таулы жайлауларда өседі [11]. Өр Алтайдың оронимдерін зерттеген Б. Бияровтың еңбектерінде 15-ке жуық фитонимнен туындаған 100-ге жуық фитотопонимдерге сипаттама берілген. Атап айтсақ, *арша, ағаш, қарағай, тоғай, шілік, қайың, терек, тал, үйеңкі, мойыл, долана, ырғай, қараган, тобылғы* т.б. өсімдіктер негізінде жасалған. *Шыңғыстай* ойконим атауын Ж. Болатов, Ә. Әбдрахманов шәңіс//шәңгіш монғолша цангис деп аталатын бунақталған бамбук тәрізді өсімдік атауы негізінде қалыптасқан деп топшылайды. Шәңгіштай орыс тілі транскрипциясы бойынша Шыңғыстай болып жуан дауыстыларға ауысқан [4]. Өсімдік атаулары аймақтағы топонимдер құрамында жиі кездесіп, сол жердің флорасының өзіндік ерекшелігін сипаттап отырады.

А.Ә. Әлімханның мәлімдеуінше: «Шығыс Қазақстанның оңтүстік өңірінде орманды дала табиғи зонасында өсетін және орманды дала зонасына тән өсімдіктер бірлестігі өлкенің атаулар дүниесіне өз көрінісін берген. Аймақта өсетін *қайың, қарағай, тал, терек, қамыс, арша, ұшқат, ши, бетеге, мойыл, сексеуіл, алма, тораңғы, сарымсақ, долана, итмұрын,*

қарақат, шілік, жиде, қарағаш, өлең т.б. өсімдік атаулары фитонимдер құрамынан табылады [2]. Г. Қоңқашбаевтың пікірінше *Тораңғылы* фитонимі орыс тіліне дұрыс транскрипцияланбай *Тарангүл* болып кеткен де, қазақ тілінде қайтадан, жаңа сападағы сөз Тарангүл түрінде қалыптасқан [7]. Осы аумақта *Ақтораңғы* көл, *Тораңғылы* жайлау, елді мекен атаулары бар.

Біздің зерттеулерімізде *борғұстай, тораңғы, тұғыл, ұласты* фитонимдерінің моңғол (қалмақ) тілінен еңгені анықталды. *Борғұстай* – Тарбағатай тауындағы өзен және жота атаулары. Моңғол тіліндегі бургас (тал немесе шілік, қалың тал) сөздеріне молдық ұғымды – тай жұрнағының қосылуы арқылы жасалған [2]. *Тұғыл* (тарб.) – аумақта кездесетін елді мекен атауы. Атау моңғол тілінің төгөл (тораңғы) сөзінің дыбыстық өзгеріске ұшырауынан туындаған. Ертеректе ауыл маңында тораңғы өсімдігі көп өскен. Облыс аумағында тораңғы фитонимі негізінде қалыптасқан оронимдер мен гидроним атаулары (7 рет) жиі кездеседі. *Ұласты* – елді мекен атауы. *Шет Ұласты, Орта Ұласты* (Тарб.) және Жайсаң ауданында *Ұласты, Үлкен Ұласты* өзен атаулары бар. Аталмыш нысандар аумақтың географиялық орнын, яғни орналасқан жерін нақты сипаттайды. Ғалымдар атау төркінін «моңғол тіліндегі» улиас (терек) сөзіне –ты аффиксі қосылу арқылы пайда болған деп түсіндіреді. Атау жергілікті тұрғындар тілінде *Ұласты* түрінде емес, *Ыласты // Ласты* тұлғасында айтылады [2].

Қарағай көбінесе тау алды, аласа шоқылы тауларда өседі. Ертістің оң жағалауы Семей өңірінің құмды топырағында (Бесқарағай, Бородулиха ауд.) *Таспалы қарағай орманы* (реликт) ерекше көрініске ие болған. Соңғы 10 жыл ішінде (2000...2010 жж.) аралығында Семей өңірі мен Павлодар облысындағы болған өрттер салдарынан Ертіс жағасындағы қарағайлы ормандардың (реликт) 320 мыңға жуық гектары құрып кетті. Ғарыштың және жер беті зерттеулерінің нәтижелеріне жүгінсек, бұл ормандардың 50 пайызы өрттен, орман зиянкестері мен аурулары және заңсыз ағаш кесу салдарынан зиян шеккен.

«Семей орманы» МТОР маңындағы ландшафт ерекшеліктерін айғақтайтын *Қарағайдарық* қоныс, *Қарағайлы* е.м., қон., *Бесқарағай* ауыл – аудан орталығы және славян тілінен *енген Лесное, Сосновка* (2 рет) елді мекен атаулары бар [13]. *Қарағайлы* тау (Абай), өзен (Үржар), *Жалпаққарағай* қон., және Алтайда жиі кездесетін қарағай фитонимі негізінде қалыптасқан орофитонимдер *Белқарағай, Қызылқарағай,*

Жалқарағай, Жалғызқарағай, Қарағайты асу, жота *Катонқарағай* (аудан орталығы) т.б. қарағай орманының ареалының кеңдігін анықтайды.

Листвяга (2 рет), *Листвяжная, Еловка* (5 рет), *Кедровое* (8 рет), *Пихтовая* (13 рет), *Черновая* (қара орманды) тау, е.м., атаулары биіктік белдеулерге тән қылқанды ормандар келбетін қалыптастырады. Катонқарағай атауы А. Әбдірахманов зерттеуінде Қатонқарағай, Е. Қойшыбаев сөздігінде – Қотанқарағай деп берілген. Кейбір ғалымдар «қотан» сөзін «қайын»-ның ертедегі атауы деп қарап, «қайыңқарағай» мағынасында қарастырады; екіншісі, қазіргі тіліміздегі «қотан» сөзімен теңестіріп «қоршау қарағай» деп топшылайды. Көне түркі тілінде қотан - «дөңгелек» – «топ» – «шеңбер» мағынасында қолданылған. Этимологиясы даулы болып жүрген Катонқарағай ойконимі осы «*Қотанқарағайды*» орыс тіліне қате транскрипцияланған. Кейбір зерттеушілердің «*Қатынқарағай*» деуіне ешқандай ғылыми негіз жоқ деуге болады. Орыс саяхатшыларының жазбаларында, 1936 жылғы әкімшілік картада «*Қотан-қарағай*» деп анық жазылған. Сонда «*Қотанқарағай*» атауы қазіргі түсінігіміз бойынша «*топқарағай*», дөңгелене өскен қарағай мағынасына саяды [4]. Баянауланың гранитті тастарында, Құлынды даласы құмды массивтерінде қарағай таспалы орманы (реликт) ерекше көзге түседі. *Қарағай* өз., қон., *Қарағайлы* қон., қарағай тұлғасына сын есімдік «лы» жұрнағын жалғау арқылы жасалған атау. *Қарағайлыбұлақ* өз., *Қарағайлытас* тау (677,9 м), *Жалғызқарағай* қон., *Топқарағай* қон., *Бесқарағай* ойк., *Жүзқарағай* қон., сандық көрсеткішін анықтайды. *Басқарағай* қон., «бастапқы» мағынада айтылса, *Майқарағай* фитонимін жергілікті тұрғындар шайырлы (майлы), отқа жақсы жану ерекшелігімен байланыстырады. Кезінде жас қарағайларды қолдан егу жұмыстарын жүргізетін еді. Қазіргі уақыттағы антропогендік факторлар: қылқанды қарағайлы шоқтардың кесіліп өртеніп құртылуына әкеліп соқтыруда. Еспе суларының деңгейі төмен түсіп, топырақ жамылғысы эрозияға ұшырайтыны сөзсіз.

Қазақ халқында емдік қасиеті бар қызыл кітапқа енген төселмелі бұта түрінде өсетін қызыл арша ареалы (қазақ аршасы) Алтай, Қалба, Баянауланың орманға бөленген көгілдір биік тау қияларында сақталған. *Аршалы* тау, аршаның жайылып өсетіндігінен хабар береді. Солтүстік және Орталық Қазақстанда жиі кездесетін арша, қарағай, қайың, қарағаш, тал т.б. топонимдік компоненттер қылқанды және аралас орманның кең таралып, орманда өмір сүретін реликті сүтқоректілердің көп түрлілігін дәлелдейді. *Сарымсақтау* (349,5 м) атауы дала пиязына байланысты

қойылғаны анық. Қазақстанның шығыс өңірінде де *Аршаты* (22 рет), *Аршалы* е.м. (4 рет) кездесіп отыр. Алтайда *Сарымсақты* (тау – 3373 м), Тарбағатайда жота (1146 м), славян тілінен енген *Чесноковка* тау (1837 м), *Черемшанка* өз., е.м., (Кат. қар., Глуб.) атауларын сарымсағы мол, қалың өскен жерлер деп білеміз.

Көбінесе қарағай аралас ормандарда қайың, көктерек, тауларда самырсын ағаштармен қатарласа өседі. Мұндай ормандар *Қалба* жотасына тән келеді. Өйткені гранитті массивті кеңістікті қарағай ормандары алып жатыр. Қалба жотасында *Сібе*, *Шыбынды*, *Қайыңды*, *Аюлы*, *Ертіс* маңы ормандары бар. *Қайыңды қарағай орманы* (реликт) үштік кезеңнің табиғи ескерткіші және өткен дәуірден мол геоэкологиялық ақпарат беретін *Синегор самырсын бауын* ерекше атауға болады. *Қайыңды қарағайлы орманы* көлемі 18200 га, оның ішінде 11880 гектарын қарағай алқабы алып жатыр. Қарағайлар даланың шоқ-шоқ ормандар санатына жатады. Синегор (Көктау) тауының аумағы 137 га, оның 97 гектары орман жамылғысы, яғни самырсын ағаштарымен ерекшеленеді. Ботаник В.А. Снегирев өзінің зерттеулерінде Қалбаның сирек, реликті және жойылып бара жатқан өсімдіктерін атап көрсеткен [6], Қалба жотасының өсімдік ресурстарын зерттеген А.Б. Мырзағалиева осы аумақта 188 пайдалы өсімдіктер өсетінін белгілеп, оларды топтастырып, олардың таралу заңдылықтарын анықтаған. Оларды талдау нәтижесінде дәрілік өсімдіктердің 16 түрін және олардың толық сипаттамалары берілген [13].

Қалба атауы В. Даль сөздігі бойынша Қалба – «*аицы жуаның*» аты, бірақ түбір тілі жайлы түсінік берілмеген. Осы түсінікті қолдайтын (Қалба тауының атын талқылауда) өзге де зерттеушілер бар: «Қалба (түр) – жабайы жуаның аты», О. Нақыбеков: диал. «ұрыс, жанжал» (жігіттің жаманы қалбада жүреді), монғол тіліндегі холбого («дәнекер») тұлғасы зерттеушілердің назарын аударады. Холбоо: «ұштасу, дәнекер болу» деген сияқты ұғымдарды беретін атау тұлғалы сөз [10]. Сондағы мағынасы: «Алтай мен Тарбағатайды ұштастыратын жалғаған тау» мәнінде болуы да мүмкін.

Өсімдік жамылғысына байланысты топонимдер өсімдік түрлерінің бұрынғы, қазіргі атаулары туралы және тарихи ландшафттардың келбетін қалпына келтіруге көмектеседі. Өсімдік жамылғысының зоналық таралу ерекшелектері оны пайдаланудың маусымдық жүйесін қалыптастырады. Топонимиялық зерттеулердің ландшафт өзгерістеріне қатысы да көбіне фитонимдердің таралу ареалымен байланысты мәселелерде көрініс табады. Бұл белсенді компонент ретіндегі өсімдік жамылғысының палеоклиматтық,

палеогеографиялық зерттеулерде арнайы бағдар беруші нысан бола алатындығымен түсіндіріледі. Өсімдік жамылғысы топонимдерде бейнелеуін, табиғи жағдайлармен байланысын, таралу аймақтарын зерттеудің алғашқы тәжірибесі К.Д. Каймулдинова, Қ.Т. Сапаров, А.С. Омарбекова, Ә.Е. Аяпбековалардың еңбектерінде жүзеге асырылды.

Қазіргі уақытта антропогендік әрекеттерден (өнеркәсіп, Семей полигоны т.б.) аумақтың өсімдік жамылғысы көп өзгеріске түскен. Жайылымдардың дұрыс пайдаланылмауы, тоғай, орман ағаштарын отау, өртеу және егістіктер көлемін ұлғайту және т.б. факторлар аумақтың табиғи ландшафтысын біршама өзгертті. Дегенмен, бұрынғы өсімдік жамылғысы жөнінде сол өлкедегі географиялық атаулар нақты геоэкологиялық ақпарат бере отырып, оларды қалпына келтіруге (реконструкция) мүмкіндік туғызады. Ормандар (қарағай, шырша, балқарағай, самырсын), Ертіс бойындағы тоғайлармен ормандардың ареалы, бұрын әлдеқайда көп болғанын палеогеографиялық, палеоботаникалық зерттеулер дәлелдеп отыр. Топонимикалық мәліметтерді ландшафтанудың жаңа бағыты, «ландшафтық индикацияда» пайдалану мүмкіндігі ерекше қызығушылық тудырады. Топонимдерде сақталып қалған өсімдік атауларын ландшафт өзгерістерінің басты индикаторларының бірі ретінде бағалауға болады.

Жергілікті құмды, шөл жерлерде (Жайсаң, Алакөл қазаншұңқырлары) судың аз екенін сексеуіл өсімдігі негізінде анықтауға болады. Белгілі ғалым И. Г. Борщакөв еңбегінде «сексеуіл – құмды шөлдін қорғаны», ол құмды бекітіп ұстап тұрады. Өскіндері түйеге, қойға бір жағынан азық, екіншіден-сусын. Сексеуіл су «аулауға да» бейімделген. Көктемде тұқымнан шыққан тамыр тез өсіп суды қуалағандай тереңге тез ұзарып 30 метрге дейін өсіп, тіршілігін сақтайды. Жергілікті халық сексеуілді мақтанышпен «жасыл көмір» деп атап, сексеуіл ағашынан сапалы көмір дайындалады деп келтіреді [11].

Зерттеу нәтижесінде аумақтың табиғат жағдайлары, ландшафт ерекшеліктерін айқындайтын өсімдіктер әлемі топонимдерде бейнеленіп, фитотопонимдерді топтастырудың алғашқы қадамы жасалынды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Атлас Казахской ССР – М.: ГУГК, Т.1. 1982. – 82 с.
2. Әлімхан А.Ә. Жер-су аттарының ұлттық-мәдени негіздері: оқу құралы. – Өскемен, С. Аманжолов атындағы ШҚМУ баспасы, 2003. – 90 б.
3. Бейсенова Ә.С., Самакова А.Б., Есполов Т.И., Шілдебаев Ж.Б.

- Экология және табиғатты пайдалану. Оқулық. – Алматы: «Ғылым» ғылыми баспа орталығы, 2004. – 328 б.
4. Бияров Б.Н. Өр Алтай (Оңтүстік Алтай) оронимдері (тарихи-лингвистикалық талдау): филол. ғыл. канд. дисс. автореф. Алматы, 2000. – 28 б.
 5. Государственный каталог географических названий Республики Казахстан. Том 5. Ч. 1, 2. Восточно-Казахстанская область. – Алматы. – 2004.
 6. Егорина А.В., Зинченко Ю.К., Зинченко Е.С. Физическая география Восточного Казахстана. Ч. 1. Восточный регион. / Учебное пособие. – Усть-Каменогорск: ВГИ, 2000. – 124 с.
 7. Жүнісов Д. Өзен-көл атаулары. – Алматы: Қазақстан, 1931. – 128 б.
 8. Казахстан. Общая физико-географическая характеристика. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 492 с.
 9. Калиев Б. Қазақ тіліндегі өсімдік атаулары. – Алматы: Ғылым, 1988. – 159 б.
 10. Керейбаев К. Қазыналы Қалба. – Алматы, 2003. – 464 б.
 11. Керімбаев Е.А. Казахская ономастика в этнокультурном, номинативном и функциональном аспектах. – Алматы: Санат, 1995. – 248 с.
 12. Красная книга Казахской ССР. – Алма-Ата, 1978. – Ч. 1 и 2, 1981.
 13. Мырзағалиева А.Б. Растительные ресурсы Калбинского хребта: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Алматы, 2003. – 29 с.
 14. Сапаров Қ.Т. Қазақ топонимдерінің геоэкологиялық негіздері. I бөлім. – Павлодар: «ЭКО» ҒӨФ, 2008. – 307 б.
 15. Тілеубердиев Б.М. Қазақ ономастикасының лингвокогнитивтік аспектілері. – Алматы: «Арыс» баспасы, 2006. – 280 б.
 16. Чупахин В.М. Природное районирование Казахстана для целей сельского хозяйства. – Алма-Ата: Наука, 1970. – 260 с.

Поступила 29.03.2013

Доктор геогр. наук К.Т. Сапаров

РОЛЬ ФИТОТОПОНИМОВ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЛАНДШАФТНОГО ИЗМЕНЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

В статье на материалах Восточно-Казахстанской области рассмотрены казахские топонимы, характеризующие типы ландшафтов и их роль как «ландшафтного индикатора». А также рассмотрены взаимосвязи фитонимов с топонимами.

УДК 551.515: 532.5.18

Канд. техн. наук И.Г. Гуршев*

К ВОПРОСУ ПЕРЕНОСА ЧАСТИЦ ПЕСКА ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ*ПЕСЧАНЫЕ БУРИ, УРАВНЕНИЕ, МАССА ПЕСКА, ДВУХФАЗНЫЙ ПОТОК*

Обсуждается возможный теоретический подход к выводу уравнения изменения массы песка в двухфазном потоке во время песчаной бури. Рассматриваются частные решения уравнения. Выполняются числовые оценки.

Установление связей между характеристиками частиц песка и переносимой во время песчаной бури массой песка является важной задачей. Для нахождения таких соотношений необходимо предварительно получить уравнение для изменения массы песка в двухфазном потоке. Вывод уравнения будем выполнять для песка с логарифмически нормальным распределением частиц по размерам со средним геометрическим размером x_0 . Характерной особенностью подвижных песков является небольшая дисперсия функции распределения. Значение σ_{lgx} изменяется в интервале 0,08...0,15. Поэтому основным параметром полидисперсного песка, определяющим физические процессы его взаимодействия с воздушным потоком, является средний геометрический размер частиц x_0 [3, 4].

Пусть лежащие на песчаной поверхности частицы песка имеют размер x_0 , обладают определенной вертикальной начальной скоростью v_0 отрыва от поверхности, а также скоростью свободного гравитационного падения w_g . Во время песчаной бури, по достижении ветром критической скорости, лежащие на поверхности частицы песка со скоростью отрыва v_0 поступают в воздушный поток, т.е. возникает поток твердого вещества, который можно характеризовать величиной массового расхода.

Предварительно отметим, что массовый расход вещества имеет размерность кг/с [5], а также то обстоятельство, что двухфазный слой имеет определённую высоту h .

* КазНИИЭК, г. Алматы

Из имеющихся переменных v_0 и h можно составить величину, имеющую размерность, обратную времени, то есть величину av_0/h , (a – безразмерный коэффициент). В этом случае массовый расход q поступающего в воздух песка равен

$$q = \frac{av_0M}{h}, \quad (1)$$

где M – масса частиц песка, попавших в поток.

Переносимые воздушным потоком частицы песка будут осаждаться на поверхность, на некотором расстоянии от мест их попадания в поток. Предположим, что масса оставшихся в потоке частиц пропорциональна массе M попавших в поток частиц, т.е. a_1M , при этом $a_1 < 1$ – безразмерная величина. Соотношение с размерностью, обратной времени, можно составить из переменных w_g и h , т.е. получить величину a_2w_g/h . В этой формуле a_2 – безразмерный коэффициент. Таким образом, получаем равенство для массового расхода q_1 осаждающихся частиц песка

$$q_1 = \frac{a_1Ma_2w_g}{h} = \frac{a_3w_gM}{h}, \quad (2)$$

где $a_3 = a_1a_2$, а величины q и q_1 в формулах (1) и (2) имеют размерность массового расхода кг/с.

Бесконечно малое изменение массы песка dM в слое двухфазного потока за бесконечно малый интервал времени dt определяется разностью масс поступающих в поток частиц qdt и массой осаждающихся частиц q_1dt , т.е.

$$dM = \frac{av_0}{h} Mdt - \frac{a_3w_g}{h} Mdt, \quad (3)$$

где t – время. Отметим, что обе части равенства (3) имеют размерность массы.

В дальнейшем будем рассматривать некоторые частные случаи равенства (3). Если двухфазный поток движется над поверхностью не содержащей песка, например, над водной поверхностью, т.е. нет поступления частиц песка в поток, то тогда $v_0 = 0, w_g \neq 0$. Таким образом, при использовании начальных условий $t = t_0, M = M_0$ получаем из уравнения (3) такое равенство [1]

$$M = M_0 \exp[-\lambda(t - t_0)], \quad (4)$$

где $\lambda = \frac{a_3 w_g}{h}$. Равенство (4) характеризует имеющуюся в потоке массу песка к моменту времени t . Параметр λ , в первом приближении, можно принять постоянной величиной для данных частиц и метеорологических условий. Допустим, что $M \sim 10^{-5} M_0$, т.е. произошло уменьшение первоначальной массы песка M_0 на пять порядков. В этом случае из равенства (4) получаем соотношение $5 \ln 10 = \frac{a_3 w_g}{h} (t_1 - t_0)$, из которого находим интервал времени $t_1 - t_0$, в течение которого было выполнено указанное выше соотношение для массы песка

$$t_1 - t_0 = \frac{11,513h}{a_3 w_g}. \quad (5)$$

Для частиц песка, имеющих размер $x_0 < 100$ мкм и скорость падения $w_g \sim 0,1$ м/с [3, 4], а также в предположении, что поток движется в пределах приземного слоя атмосферы ($h \sim 10^2$ м), принимая $a_3 \sim 1$, то есть, допуская, что из потока выпадают практически все частицы с одинаковой скоростью w_g , находим $t_1 - t_0 \sim 3,2$ час. В работе [4] при описании песчаной бури приводятся временные характеристики переноса песка. По приводимым данным продолжительность снижения скорости ветра и уменьшение интенсивности переноса песка составляла несколько часов. Полученный выше результат не противоречит этим наблюдениям. Таким образом, уменьшение первоначальной массы песка за счет осаждения частиц может происходить за длительный промежуток времени.

Если пренебречь процессом выпадения частиц песка, то можно положить $w_g \approx 0$. Тогда имеем следующие соотношения:

$$M = M_0 \exp\left[\frac{av_0}{h}(t - t_0)\right] \quad (a)$$

$$t - t_0 = \frac{h}{av_0} \ln \frac{M}{M_0} \quad (b) \quad (6)$$

Равенство (6a) показывает увеличение первоначальной массы песка со временем, т.е. рост концентрации песка в воздухе. Допустим, что

$M \sim 10^4 M_0$, тогда с помощью равенства (6a) можно оценить интервал времени, в течение которого произошло упомянутое увеличение первоначальной массы песка

$$t_2 - t_0 = \frac{9,21h}{av_0}. \quad (7)$$

Частицы песка с размером $x_0 \approx 100$ мкм имеют скорость $v_0 \sim 1$ м/с [2]. Предположим, что воздушно-песчаный поток движется в пределах приземного слоя атмосферы ($h \sim 10^2$ м). Если принять, что в воздушный поток попадают все частицы песка со скоростью отрыва v_0 , то $a \sim 1$ и тогда получаем $t_2 - t_0 \sim 15,3$ мин. Таким образом, увеличение массы песка в воздушном потоке происходит, по сравнению со временем существования бури, за достаточно короткий интервал времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. – М.: Наука, 1981. – 720 с.
2. Бютнер Э.К. Динамика приповерхностного слоя воздуха. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 158 с.
3. Семёнов О.Е. Оценка ветрового выноса песка и солей с осушенной части дна Аральского моря // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. – 1988. – Вып. 102. – С. 39–54.
4. Семёнов О.Е. Введение в экспериментальную метеорологию и климатологию песчаных бурь. – Алматы: «ИП Волкова Н.А.», 2011. – 580 с.
5. Чертов А.Г. Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы) / Справ. пособие – М: Высшая школа, 1990. – 335 с.

Поступила 27.05.2013

Техн. ғылымд. канд. И.Г. Гуршев

ҚҰМ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ АУА АҒЫМЫМЕН ТАСЫМАЛДАНУ СҰРАҒЫ БОЙЫНША

Құм дауылы кезіндегі екі сатылы ағымдағы құм салмағының өзгеру тенсіздігінің қорытындысына теориялық шешім мүмкіндігі талқыланады. Теңсіздіктің жиі шешімдері қарастырылады. Сандық баға беріледі.

УДК 502/504

Канд. геогр. наук Э.А. Турсунов*
А.М. Бажиева***МАЛЫЕ ОЗЕРА ЩУЧИНСКО-БОРОВСКОЙ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ***ЩУЧИНСКО-БОРОВСКАЯ КУРОРТНАЯ ЗОНА, ЭФТРОФИЯ,
ОЗЕРА, ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ЗАГРЯЗ-
НЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА*

*В статье предложены рекомендации по решению экологиче-
ских проблем малых озер Щучинско-Боровской курортной зоны с
подверженностью процессам эвтрофии.*

Исследования по проблеме Боровской группы озёр, проводившиеся в конце в 50-х и 80-х годах прошлого века, показали, что на этих озёрах произошли большие изменения в гидрологическом, гидрохимическом и гидробиологическом режиме, обусловленные не столько природными факторами, сколько влиянием хозяйственной деятельности. В условиях нарастающей антропогенной нагрузки, характеризующейся увеличением потока биогенов, происходит мощное эвтрофирование озёр, которое, как правило, ведет к постепенному их заболачиванию в результате отмирания макрофитов. Как следствие ухудшается качество воды, понижается содержание растворенного кислорода, отмечается наличие сероводорода, что приводит к угнетению гидробионтов. В связи с этим, остро стоит проблема улучшения качества воды путем сокращения биомассы макрофитов. Последнего можно добиться путем проведения мероприятий по биологической или механической мелиорации. И только после решения мелиоративных задач можно реконструировать ихтиофауну озёр, отдавая предпочтение более ценным видам рыб, что будет способствовать развитию любительского и, возможно, промышленного рыболовства.

На озерах Щучинско-Боровской курортной зоны (ЩБКЗ) в связи с антропогенным воздействием (биогенное загрязнение озёр, интенсивный забор воды на хозяйственные нужды, случайное вселение нежелательных биологических объектов), остро стоит вопрос не только в сохранении существующего биоразнообразия, но и экосистемы этих водоемов в целом [4, 5].

* Институт географии, г. Алматы

Малые озера ЩБКЗ как правило, горные, бессточные, мелководные с болотистыми берегами, толщина донных отложений достигают 1 м и более. Форма котловин округлая или овально-удлиненная, размерами примерно 0,4...0,7 км в длину и 0,1...0,3 км в ширину, глубина от 8 до 35 м.

По результатам проведенных экспедиционных работ в августе 2007 г. качество воды озер Карасье и Горное, по комплексному индексу загрязненности вод (КИЗВ) [2] относится к классу умеренного уровня загрязненности, озера Текеколь и Лебяжье к классу высокого уровня загрязненности. Основными загрязняющими веществами этих озер являются фториды (от 2 до 9 ИЗВ). Также наблюдаются превышения аммонийных ионов (1 ИЗВ), железа общего (от 2 до 7 ИЗВ), магния (1 ИЗВ) и в некоторых случаях фенолов (1 ИЗВ) [3].

Минерализация воды оз. Карасье – 126 мг/дм³, при жесткости 1,29 мг-экв/дм³; оз. Горное – 88,85 мг/дм³, при жесткости 1,2 мг-экв/дм³; оз. Лебяжье – 125 мг/дм³, при жесткости 1,56 мг-экв/дм³; оз. Текеколь – 572 мг/дм³, при жесткости 5,25 мг-экв/дм³.

Помимо крупных озер (Щучье, Боровое, Большое Чебачье, Катырколь), которые, наряду с благоприятными природными условиями, такими как обширные массивы хвойных лесов, составляют основную рекреационную ценность природного парка Щучинско-Боровской природной зоны. В обозначенном регионе существуют и малые озера – такие как Карасье, Горное, Лебяжье и др. К основной экологической проблеме, которая присутствует почти у всех без исключения озер относится подверженность их процессам эвтрофии. Если у крупных озер этот процесс ещё недостаточно явно выражен, то экологическое состояние малых озер на протяжении нескольких десятилетий, находящихся под воздействием эвтрофикации возрастающей в геометрической прогрессии, является критическим [1].

К примеру, оз. Карасье, где в свое время существовало определенное экологическое равновесие между количеством в озере рыбы карасевых пород и их кормовой базой, что обуславливало равновесие в водно-биотном сообществе, и как следствие, слабо выраженные процессы эвтрофикации, в результате непродуманной хозяйственной деятельности озеро полностью лишилось этих высших представителей водного экологического сообщества. Невостребованная в качестве питания водная растительность привела к угнетенному состоянию всю водную биоту. В течение короткого времени в озере накопились иловые отложения толщиной

более одного метра. Отложения супрпели в озере привели к перераспределению и изменению его гидрохимического режима. Содержание свободного кислорода в воде в настоящее время составляет менее 6 %, что делает уже невозможным восстановление экологического равновесия в озере путем его зарыбления. Терапевтические средства не приемлемы, требуется хирургическое вмешательство.

С технической точки зрения очистка небольшого озера от излишков донных отложений задача достаточно простая, требующая только определенных капиталовложений. С точки зрения авторов данной статьи основная проблема заключается в грамотной утилизации донных отложений, состоящих в основном из илистых фракций. Простое складирование их в виде терриконов может привести к неблагоприятному экологическому воздействию на окружающую среду ЩКБЗ. При высыхании, мелкодисперсные частицы, из которых преимущественно состоят донные отложения озер, будут легко взвешиваться под действием слабого ветра и разноситься по прилегающей территории. Так как, донные отложения малых озер являются результатом разложения органики, то при превышении определенных концентраций они начнут оказывать токсичное воздействие и соответственно угнетать экологию рассматриваемого района.

Известно, что донные отложения являются ценным удобрением. Достаточно вспомнить, что цивилизация древнего Египта полностью зависела от весенних разливов р. Нил. Всадившийся после весеннего паводка на сельскохозяйственных полях ил существенно повышал плодородие полей, чем и пользовались древние земледельцы. Однако, донные отложения в реках и донные отложения в озерах имеют ряд существенных различий. Донные отложения в реках являются в основном продуктом переработки в результате процесса флотации горных пород и в основном состоят из веществ минерального происхождения. Донные отложения в озерах, в основном являются продуктом гибели и распада водной биоты, и соответственно состоят преимущественно из веществ органического происхождения. Если сравнивать донные отложения рек и озер с точки зрения удобрений для сельскохозяйственных полей, то речные отложения можно сравнить с навозом, а донные отложения озера с голубиным пометом. Если навоз на сельскохозяйственные поля можно вносить в больших количествах и это только улучшает их плодородие, то голубиный помет необходимо вносить в почву в ограниченных количествах.

Из вышесказанного необходимо сделать ряд следующих выводов:

- малые озера ЩБКЗ, подверженные процессам эвтрофии, которые в результате антропогенного вмешательства (неумеренный вылов рыбы в 90-х годах прошлого столетия) необходимо очистить от излишков донных отложений после чего, провести ряд мероприятий по восстановлению в них устойчивого экологического состояния (аэрация воды, зарыбленность, подкормка рыбы и т.д.);

- донные отложения озер недопустимо складывать на берегу в виде терриконов, их необходимо срочно, во влажном состоянии вывозить на сельскохозяйственные поля, где сразу же производить вспашку;

- количество донных отложений вывозимых на поля в виде удобрений необходимо вносить после проведения научно-прикладных исследований, целью которых должно являться оптимальное количество этих удобрений для тех или иных сельскохозяйственных культур.

Основные пути улучшения состояния малых озер следующие: улучшение всей или части озерной котловины, изменение водно-солевого баланса, улучшение водообмена, регулирование количественного и видового состава бентоса и зоопланктона, а также рыб. Все это позволит разработать мероприятия по рекреационному использованию природного потенциала малых озер, включая спортивную рыбалку, охоту, купание и туризм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бажиева А.М., Бурлибаев М.Ж., Турсунов Э.А. Предложения и замечания по методикам оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №1 – С. 76-84
2. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Павличенко Л.М., Муртазин Е.Ж. Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Астана, 2012. – 80 с.
3. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М.: Рыбводхоз, 1990.
4. Романова С.М., Турсунов Э.А. Гидрохимическая характеристика некоторых озер Щучинско-Боровской курортной зоны. //Материалы II-ой Международной Казахстанско-Российской конференции по химии и химической технологии. II том. – Караганда, 2012. – С. 65-68.
5. Скакун В.А., Киселева В.А., Горюнова А.И. Экосистема озера Борового и возможности ее преобразования // Selevinia. – 2002. – С. 249-264.

Поступила 4.04.2013

Геогр. ғылымд. канд. Э.А. Турсунов
 А.М. Бажиева

**ЩУЧИНСК-БУРАБАЙ ШИПАЖАЙ АУМАҒЫНЫҢ КІШІГІРІМ
КӨЛДЕРІ. ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ
ШЕШІМІ**

*Мақалада Щучинск-Бурабай шипажай аумағындағы
эфтрофия процестеріне ұшыраған кішігірім көлдерінің экологиялық
проблемаларын шешуге ұсыныстар берілген.*

УДК 550.4 556.574

Канд. геогр. наук Т.Я. Лопарева *
А.С. Мукашева ***ОЦЕНКА УРОВНЯ БИОНАКОПЛЕНИЯ ТОКСИКАНТОВ В
ГИДРОБИОНТАХ ОЗЕРА БАЛХАШ.****Сообщение 2. Накопление тяжелых металлов в промысловых видах рыб
ТОКСИКАНТЫ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, БЕНТОФАГИ, БИОКУМУЛЯЦИЯ,
БИОРЕСУРСЫ, БИОНАКОПЛЕНИЕ**

В статье дана оценка степени накопления тяжелых металлов в мышечной ткани промысловых видов рыб озера Балхаш, в зависимости от видовой принадлежности, типа питания рыб, а также экологического состояния водоема.

Интенсивное использование вод Балхаш-Илейского бассейна различными отраслями народного хозяйства, загрязнение атмосферы, поступление сточных вод промышленных предприятий и сельскохозяйственного производства привело к нарушению сбалансированности всей экосистемы озера Балхаш и ее загрязнению.

Острота проблемы загрязнения водоемов и необходимость срочных мер для ее решения ставят перед экологами сложную задачу – не только изучить загрязнение как фактор среды, но и попытаться дать оценку воздействия загрязнения на биоресурсы водоемов. Вопрос оценки антропогенного загрязнения водоема на его биоресурсы является актуальным и исключительно важным в современных условиях.

Статья написана на основе многолетних исследований тяжелых металлов в ихтиоценозе, выполненных за период 2000...2012 гг., в сравнении с результатами исследований 1992...1994 гг. Анализ тяжелых металлов выполнялся атомно-абсорбционным методом. Соответствие результатов анализов рыбохозяйственным ПДК проводилось согласно СанПиНа [4].

Рыбы, располагаясь в конце трофической цепи, выступают в роли важнейшего и наиболее чувствительного компонента водных экосистем, в качестве идеального биообъекта для оценки токсичности веществ, посту-

* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

пающих в водоем. Кроме того, они обладают длительным жизненным циклом, благодаря чему способны накапливать информацию об антропогенных влияниях, в том числе техногенном загрязнении водоема. Концентрация тяжелых металлов в мышечной ткани рыб варьирует в широких пределах в зависимости от степени загрязнения отдельных участков озера промышленными выбросами, от видовых особенностей рыб и типа их питания, от степени накопления токсикантов кормовыми организмами и т.д.

Анализ полученного материала по содержанию тяжелых металлов в мышечной ткани рыб свидетельствует о том, что приоритетным накопителем в мышцах является цинк в концентрации 1,88...4,22 мг/кг. Второе место по содержанию занимает свинец в количестве 0,53...1,88 мг/кг. В меньшей концентрации обнаружена медь в пределах 0,16...0,60 мг/кг, на порядок ниже – 0,07...0,30 мг/кг содержание кадмия. В таблице представлено накопление тяжелых металлов в рыбе.

Таблица

Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани рыб оз. Балхаш за 2011...2012 гг., мг/кг

Вид рыбы	Год	Цинк		Медь		Свинец		Кадмий	
		а	б	а	б	а	б	а	б
Сом	2011	4,39	35,7	0,45	3,8	1,41	12,6	0,01	0,04
	2012	2,25	19,1	0,36	3,0	1,38	12,0	0,17	1,0
Судак	2011	3,77	32,2	0,56	4,9	0,91	7,8	0,01	0,05
	2012	2,27	19,4	0,33	2,9	1,0	8,8	0,16	0,9
Сазан	2011	5,75	53,0	0,46	4,2	0,82	7,8	0,01	0,1
	2012	3,13	29,3	0,39	3,6	1,17	10,9	0,18	1,05
Лещ	2011	5,69	48,0	0,34	3,0	1,02	8,9	0,01	0,07
	2012	2,52	21,1	0,34	2,9	1,32	11,1	0,16	1,15

Примечание: а – мг/кг сырой массы; б – мг/кг сухой массы.

Четкой закономерности в накоплении тяжелых металлов в мышечной ткани рыб по акватории озера не наблюдается. Концентрация свинца в рыбе находится в пределах 0,76...1,80 мг/кг и увеличивается в восточном направлении, что связано с деятельностью свинцово-цинкового комбината на берегу р. Каратал. Содержание цинка в рыбах Западного Балхаша выше, чем в восточной части озера в 1,5 раза. Содержание меди в мышечной ткани рыб в количестве 0,27...0,46 мг/кг, равномерно распределено по всей акватории озера.[1]. Кадмий до 1998 г. в рыбе оз. Балхаш обнаружен не был. В настоящее время этот элемент присутствует в мышечной ткани повсеместно.

Результаты исследований накопления тяжелых металлов в мышечной ткани рыб, в зависимости от типа питания представлены в виде диаграммы на рис.

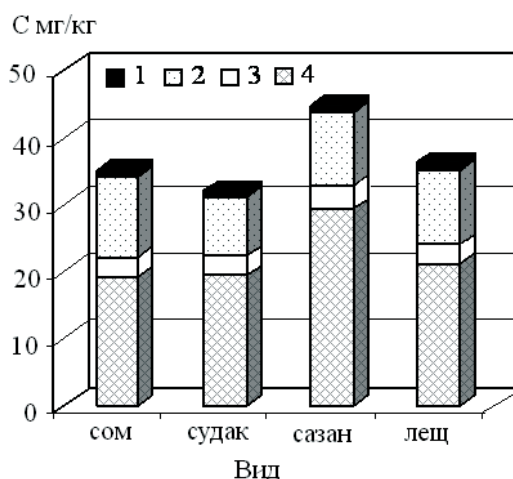


Рис. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани рыб оз. Балхаш. 1 – кадмий, 2 – свинец, 3 – медь, 4 – цинк.

По многолетним данным в зависимости от типа питания приоритетными накопителями цинка и кадмия являются бентофаги, среди них лидирует сазан в процентном выражении 33 и 31 % соответственно. Несколько ниже накопительная способность у леща – цинка – 24 %, кадмия – 28 %. Эти же компоненты накапливаются в мышечной ткани хищников в меньших концентрациях, составляющих 20...23 %.

По степени аккумуляции свинца доминируют хищники, в большей степени накапливает сом – 33 %, меньше судак – 27 %. Свинец в мышцах бентофагов содержится в одинаковых концентрациях, составляющих 20 %. Кумулятивная способность меди не зависит от типа питания рыб и выше у сазана – 29 % и судака 27 %.

В межгодовом аспекте отмечается тенденция к снижению суммарного содержания тяжелых металлов в мышечной ткани рыб оз. Балхаш. За десятилетний период количество токсикантов в мышцах рыб снизилось примерно в 2 раза.

Однако анализ многолетних данных позволяет констатировать, что межгодовая динамика микроэлементов имеет сложный характер, для одних элементов прослеживается тенденция роста концентрации, для других – снижение их содержания. Так, по сравнению с 1992...1994 гг., содержание меди снизилось в 2,6...3 раза, концентрация цинка и свинца возросла в 2...3 раза [5].

В заключение следует отметить, что содержание тяжелых металлов (кроме свинца) в мышечной ткани исследуемых рыб по всей акватории оз. Балхаш не превышает санитарных норм. Превышение максимально допустимого уровня (МДУ) [2, 3] в мышцах рыб по свинцу (1 мг/дм^3) отмечается во всех гидрохимических районах озера в 29 % исследованных особей сазана и судака, в 57 % у леща, в 100 % у сома.

В целом в настоящее время уровень влияния загрязняющих веществ и их потенциал недостаточно велик, чтобы вызвать деградирующее действие на экосистему озера Балхаш.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Накыпбек С.Т., Кенжебеков Б.К. О влиянии антропогенного загрязнения на состояние биологических объектов оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №1. – С. 99-114.
2. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М.: Изд-во Стандартов, 1990. – 79 с.
3. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов: Утв. Прик. Мин. Здравоохранения РК 11.06.2003 г. – №447. – Астана, 2003. – 157 с.
4. Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»: Утв. Прик. Мин. здравоохранения РК 11.06.2003 № 447. – Астана, 2003. – С. 28.
5. Экологический мониторинг биотических взаимоотношений и прогноз их развития в Балхаш-Илийском бассейне. Отчет о НИР/ БО КазНИИРХ. – Балхаш, 1992. – 68 с.

Поступила 14.03.2013

Геогр. ғылымд. канд. Т.Я. Лопарева
А.С. Мұқашева

БАЛҚАШ КӨЛІНДЕГІ ГИДРОБИОНТАРДЫҢ УЛЫ ЗАТТАРДЫ ЖИНАҚТАУНЫҢ ДЕҢГЕЙІН БАҒАЛАУ.

2 хабарлама. Балқаш көліндегі кәсіптік балықтарда ауыр металдардың жинақтауын зерттеу нәтижелері

Бұл мақалада Балқаш көлі кәсіптік балықтарының еттеріндегі ауыр метал жинақтауының балық түріне, оның қорегіне және судың экологиялық жағдайына байланыстығы бағаланған.

БОРИС СЕРГЕЕВИЧ СТЕПАНОВ
(к 75-летию со дня рождения)



9 сентября 2013 года исполняется 75 лет одному из ведущих селекционеров СНГ, доктору географических наук, профессору Борису Сергеевичу Степанову.

За более чем 50-летнюю трудовую деятельность Б.С. Степанов прошел большой путь от инженера-конструктора до профессора. В 1961 году, окончив Казахский политехнический институт, геологоразведочный факультет по специальности геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, получив квалификацию горный инженер-геофизик, Б.С. Степанов начал трудовую деятельность на заводе Казгеофизприбор в начале в должности инженера-конструктора, а затем – начальника специализированного конструкторского бюро. Работая на заводе, он подготовил диссертационную работу на тему «Вопросы теории и практики конструирования счетно-решающих и моделирующих устройств для интерпретации геофизических аномалий» и в 1973 году, после успешной защиты диссертационной работы во Всесоюзном научно-исследовательском институте геофизических методов разведки в г. Москве, ему была присуждена ученая степень кандидата технических наук. В 1968 году в специализированное конструкторское бюро поступил заказ из Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического

института (КазНИГМИ) на разработку приборов для измерения характеристик селей. Под руководством Б.С. Степанова были разработаны бесконтактные способы и приборы для измерения характеристик селевых потоков, такие как доплеровский СВЧ-измеритель уровня и скорости селевого потока, магнитометрический способ измерения плотности селевой массы, сейсмический способ измерения селей и расхода воды в горных реках. Опытные образцы приборов были использованы в 1972...1978 гг. при проведении полномасштабных селевых экспериментов на Чемолганском полигоне (верховье р. Чемолган). Сейсморасходомер, кроме того, испытывался сотрудниками Казгидромета при наблюдении ливневых селей в бассейне р. Акжар и на морене ледника Туяксу при изучении путей миграции внутриморенного стока. Результаты испытаний показали большие потенциальные возможности бесконтактных способов измерения характеристик селевых потоков. В эти же годы была высказана идея использования сейсморасходомеров в системе оповещения о селевой опасности. Первую опытную партию сейсмооповестителей селей разработали сотрудники специализированного конструкторского бюро завода Казгеофизприбор. Система сейсмооповестителей селей прошла испытания в бассейнах рек Кумбель и Малая Алматинка в 1978 году. Помехозащитную систему кодирования и декодирования сигнала сейсмооповестителей селей разработали сотрудники лаборатории НИИ Приборостроения Госкомгидромета СССР. Ими же система была переведена на новую элементную базу. В 1990 году было изготовлено 3 опытных образца и одно устройство диспетчерского пункта. Все способы бесконтактного измерения характеристик селей и оповещения о селевой опасности защищены авторскими свидетельствами на изобретения.

В 1974 году Ю.Б. Виноградов – заместитель директора по научной работе и заведующий отдела селевых потоков КазНИГМИ, пригласил Б.С. Степанова в КазНИГМИ, где он возглавил селеметрическую лабораторию отдела селевых потоков. Под руководством Б.С. Степанова был выполнен большой комплекс экспериментальных и теоретических исследований в области селей.

Для изучения свойств селевой массы и моделирования селевых процессов в селеметрической лаборатории под руководством Б.С. Степанова были разработаны и изготовлены следующие моделирующие установки и лотки:

– для изучения вязкости селевой массы: горизонтальный и ротационный вискозиметры;

– приборы для изучения пластичности селевой массы: большой СНС (установка для измерения статистического напряжения сдвига), устройство для реологических исследований грубодисперсных материалов;

– приборы для изучения скорости распада селевой массы: устройство для измерения скорости осаждения твердой компоненты селевой массы, большой распадометр;

– устройство для измерения энергии, необходимой для поддержания твердой компоненты селевой массы во взвешенном состоянии;

– вертикальный круговой лоток для изучения реологических свойств селевой массы, кинематических и динамических характеристик селевого потока;

– устройство для изучения процессов дробления, истирания и скалывания.

С помощью этих установок и устройств на Аксайской экспериментальной базе было проведено разномасштабное моделирование, которое позволило выявить главные факторы, определяющие ход тех или иных процессов, основные закономерности в поведении селевой массы и на их основе выдвинуть физически обоснованные гипотезы – фундамент математических моделей.

Изучение физико-механических свойств селевой массы показало особую роль минералогического и гранулометрического составов твердого компонента на ход селевых процессов, на характеристики движения селей (в том числе показатели перемешивания), на отложения твердого компонента в русле – распад селевой массы и ее остановку.

В результате проведенных Чемолганских и Аксайских экспериментов получены уникальные данные, на основе которых Б.С. Степановым открыто и объяснено явление скачкообразного изменения плотности селевой массы (теория существования селевой массы) – ключевого элемента в теории трансформации характеристик селей. Талантливый экспериментатор, генератор новых идей Б.С. Степанов поднял теорию и практику расчета характеристик селей на новый уровень. Теория существования селевой массы дала новый импульс проблеме математического моделирования селевого процесса. Стало возможным математическое описание не только процесса селеформирования в селевом очаге, но и

трансформации селевого потока на всем пути его движения (процессов набора, распада и отложения, включая остановку на конусе выноса) с расчетом всех характеристик в любом створе русла. На основе новой теории селевого процесса была разработана базовая модель селевого процесса. Она описывает селевой процесс при сосредоточенном водном потоке (гляциальные и прорывные паводки), а также ливневого генезиса при подключении блока, описывающего формирование ливневого паводка на водосборе селевого бассейна, или оползневого генезиса при подключении блока, описывающего механизм сдвигения водонасыщенных грунтов, например, в результате землетрясения.

В 1999 году Б.С. Степанов защитил докторскую диссертацию на тему «Основные закономерности формирования, движения и остановки селей» в Институте географии МОН РК. В 2003 году ему присвоено ученое звание профессора за подготовку высококвалифицированных научных кадров.

В последние два десятилетия научные интересы Б.С. Степанова связаны с изучением природы селевых явлений, влияния изменения климата на селевую активность, а также сейсмического воздействия на характеристики катастрофических экзогенных процессов.

Б.С. Степанов подготовил трех кандидатов и одного доктора наук (Казахстан), и одного доктора философии (Германия, университет имени А. Гумбольдта).

Им получено 19 авторских свидетельств на изобретения СССР. Под его руководством была подготовлена и издана Карта селевой опасности территории Республики Казахстан, он автор более 140 публикаций, в том числе монографий:

- Основные характеристики селевых потоков и селевой массы. Методы измерений (1982. – 136 с);
- Механика селей (в соавторстве с Т.С. Степановой, 1991. – 379 с);
- Сейсмическая опасность орогенов Казахстана (в соавторстве с А.К. Курскеевым и др., 2006. – 293 с);
- подготовлена к изданию монография «Селевые процессы и селетехнические сооружения (в соавторстве с Р.К. Яфязовой).

Под руководством Б.С. Степанова подготовлены документы:

Утвержденные Постановлением Правительства Республики Казахстан №431 от 5 мая 2005 г. нормативные документы «Правила объявления чрезвычайной экологической ситуации»;

Правила по гидрометеорологии «Руководство по организации и проведению работ по изучению селей на территории Республики Казахстан».

Он неоднократно выступал в СМИ на темы, связанные с оценкой селевой опасности и состоянием селезащитных сооружений на северном склоне Иле Алатау, проблемой адаптации хозяйственного механизма к изменению глобального климата.

В 2010 г. по инициативе Б.С. Степанова активизировались работы по превентивному опорожнению озера №6 на леднике Маншук Маметовой. В качестве заместителя председателя Комиссии, созданной по приказу Акима г. Алматы А. Есимова, Б.С. Степанов принимал участие в комисионной батиметрической съемке озера, а также выработке рекомендаций по проведению работ, обеспечивающих безопасность г. Алматы в 2010 г.

В разные годы он был членом Проблемной селевой комиссии Ученого совета по инженерной геологии и гидрогеологии Академии наук СССР, Научно-экспертного совета Отделения наук о Земле Академии наук Республики Казахстан; Экспертного совета МОН РК; Диссертационного совета по защите докторских диссертаций при Казахском национальном техническом университете МОН РК; Селевой ассоциации России. В КазНИИМОСК (КазНИИЭК) он осуществлял экспертизу кандидатских и докторских диссертаций.

Селевая ассоциация России наградила Б.С. Степанова медалью имени С.М. Флейшмана за выдающиеся заслуги в области селеведения.

За самоотверженный труд и активное участие по ликвидации и предупреждению чрезвычайных ситуаций Б.С. Степанов награжден нагрудным знаком «МЧС» 2 степени. Аким г. Алматы А. Есимов отметил заслуги Б.С. Степанова Почетной грамотой.

Б.С. Степанов преданный науке человек, отличающийся исключительной работоспособностью и энергичностью, умением отстаивать свои гражданские и научные позиции.

Коллеги-селеведы и ученики высоко ценят его многолетний труд и благодарят за большой вклад в развитие селеведения. Поздравляем Бориса Сергеевича со знаменательной датой, желаем хорошего здоровья, долгих лет жизни, оптимизма, творческих успехов и личного счастья.

*Коллектив РГП «Казгидромет»
Редакция журнала*

ПАМЯТИ
ТУЛИНОЙ ЛИИ ПАВЛОВНЫ



24 июня 2013 скончалась ведущий климатолог Казахстана кандидат географических наук Лия Павловна Тулина. Л.П. Тулина родилась 21.02.1934 г. на ст. Яхрома Дмитровского района Московской области. В 1938 г. её семья переехала в Красноярский край на ст. Решеты, где она закончила в 1951 г. среднюю школу. В этом же году поступила в Томский государственный университет на геолого-географический факультет. После окончания с отличием университета в 1956 г. Л.П. Тулина получила специальность инженера географа-климатолога и была оставлена на работе ассистентом кафедры Метеорологии. В университете она проработала по 1961 г. В 1962 г. Лия Павловна приняла приглашение на работу в Казахский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (КазНИГМИ).

С 1.06.1962 г. Л.П. Тулина успешно работала в КазНИГМИ по исследованию климата Казахстана вплоть до ухода на пенсию в 1994 г. Здесь, в течение 32 лет, она прошла путь от старшего инженера до заведующей лабораторией исследований климата, стала ведущим климатоло-

гом Казахстана. В институте её исследовательская работа началась с изучения горной метеорологии. Для изучения микроклиматических особенностей склонов гор ею были организованы и проведены четыре экспедиции, материалы которых опубликованы и легли в основу её диссертационной работы на тему: «Особенности температурного режима северных склонов Заилийского Алатау». В 1969 г. Лия Павловна успешно защитила её и получила ученую степень кандидата географических наук.

В последующие годы Л.П. Тулина выполняла исследования суммарного испарения на юго-востоке Казахстана, работала над составлением справочников по Климату СССР (Казахстан), осуществляла научно-методическое руководство специалистами Отдела климата Казахского УГКС, готовила климатические карты первого Атласа природных ресурсов Казахстана. Ею исследован режим пыльных бурь на территории Республики, климатические условия ветровой эрозии почв на юго-востоке Казахстана. Большую работу она провела по созданию и руководству коллективом исследователей пространственно-временного распределения опасных явлений погоды на территории Казахстана, изучению микроклиматов больших городов.

Л.П. Тулиной было проведено районирование территории Казахстана по режиму промерзания почвы. Результаты этих исследований нашли применение в проектировании и строительстве жилых зданий, подземных сооружений и вошли в издание СНиП «Строительная климатология и геофизика».

Большой цикл работ был выполнен Лией Павловной совместно с её коллективом по изучению влагооборота и осадкообразующих процессов над территорией Республики, в связи с проектом переброски части стока сибирских рек на юг, исследованию влияния падения уровня Аральского моря на климат окружающих территорий, изучению пыльных бурь в районах, затрагиваемых перераспределением водных ресурсов.

В конце 80-х начале 90-х гг. под руководством Л.П. Тулиной проводились работы по составлению сводного тома СНиП для стран СНГ «Строительная климатология». В 1992 г. под её руководством была завершена работа по подготовке коллективной монографии «Климат Казахстана» в двух частях, которая, к сожалению, не была опубликована. Под её руководством в КазНИГМИ были начаты исследования влияния глобального потепления на изменение регионального климата, начались работы по инвентаризации выбросов парниковых газов с территории Казахстана, проанализи-

зированы возможные мероприятия по адаптации к изменению климата и смягчению его последствий для экономики и природных ресурсов.

Лия Павловна является автором свыше 40 научных работ, была редактором семи выпусков трудов КазНИГМИ. Большинство работ Л.П. Тулиной имели большое прикладное значение, и результаты её исследований использовались государственными органами, проектными институтами, легли в основу климатических разделов СНиП(ов).

Лия Павловна была прекрасным организатором, принципиальной, последовательной, тактичной в общении с людьми. Живо интересовалась общественными и политическими событиями. Она активно принимала участие в общественной жизни института, была председателем профсоюзного комитета института, внештатным инспектором отдела Науки и ВУЗов Комитета народного контроля г. Алма-Аты. Ей было присуще общественно-патриотическое отношение к делу, к задачам, исходящим из потребностей Казахстана.

Л.П. Тулина награждена медалью «Ветеран труда», Почетными грамотами Госкомгидромета СССР, ЦК профсоюза авиационных работников, администрации института. В 1982 г она награждена грамотой Президиума Верховного Совета КазССР.

Светлая память об этом прекрасном человеке и неутомимой труженице науки навсегда останется в наших сердцах.

Коллеги и товарищи по работе в КазНИГМИ
Редколлегия журнала

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Редакционная коллегия журнала «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» (регистрационное свидетельство №1538) приглашает Вас к сотрудничеству. Журнал выходит 4 раза в год. По решению Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК статьи, опубликованные в нашем журнале, принимаются при защите диссертаций. Статьи должны соответствовать гидрометеорологическому и экологическому профилю.

ОБРАЩАЕМ ВНИМАНИЕ АВТОРОВ! В соответствии с договором с «Национальным центром научно-технической информации» редакция передает Центру электронную версию журнала для включения в электронную библиотеку. Согласно договору Центр предоставляет редакции библиометрический показатель (импакт-фактор) издания.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ, СДАВАЕМОЙ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ»

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: основной текст статьи, не превышающий 12...14 страниц, включая таблицы, рисунки и список литературы, аннотация на русском языке. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском и английском языках. **Аннотация должна быть:** информативной (не содержать общих слов); оригинальной (для английского варианта не быть калькой русскоязычной аннотации с дословным переводом, написана качественным английским языком); содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований); структурированной (следовать логике описания результатов в статье);- компактной (укладываться в объем от 100 до 250 слов). Сведения о месте работы и занимаемой должности автора, его ученая степень и ученое звание.

Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК), а так же ключевые слова, в количестве 10...12 штук. Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется электронный. Для иногородних достаточно электронного варианта.

Оформление рукописи:

Весь текст рукописи, включая таблицы, отпечатывается на ПК на одной стороне листа плотной бумаги, формата А4, белого цвета. Интервал – множитель – 1,2. Параметры поля страницы: верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 70 мм, правое 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5 мм, режим набора Microsoft Word, шрифт Times New Roman (стиль обычный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (представленного в столбик с указанием ученой степени), набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа.

См. примеры

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология

№ 3 2011

УДК 628.394(547.42+547.25)

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ПЕРЕНОСА ПЕСКА В ДОЛИНЕ СЕНЕК

ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ, ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС, МАССА ПЕСКА, РАСХОД, РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР, МОДЕЛЬ, ДОЛИНА СЕНЕК

Исследован дисперсный состав подвижных песков Туйесу и в долине Сенек. Выполнены расчеты ветрового переноса масс песка по модели КазНИГМИ. Получена роза векторов средних многолетних годовых расходов песка в долине и определен результирующий вектор, имеющий азимут 287° и модуль $773 \text{ т}/(\text{км} \cdot \text{год})$.

Интенсивное освоение нефтяных и других полезных ископаемых на полуострове Мангышлак привело к значительному росту воздействия людей...

Рисунки готовятся с соблюдением ГОСТа в режиме Paint (Paintbrush) и вставляются в текст как рисунки. Графики, диаграммы, гистограммы – в режиме Microsoft Excel, и вставляются в текст как объект Microsoft Excel. Подпись рисунка помещается под ним и набирается курсивом (см. пример). Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Расшифровка обозначений в строку после подписи. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не меньше 1,5 мм.

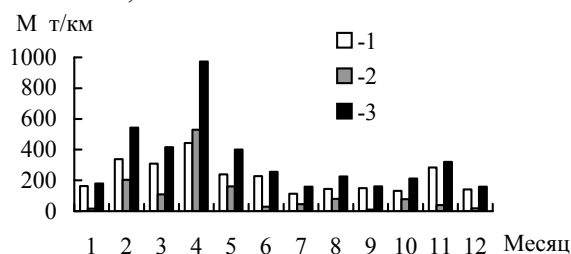


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

Таблицы оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы, разграфляется только «шапка» и внешний контур таблицы. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечание – под ней (с соблюдением ГОСТа) (см. пример).

Таблица 3

Основные статистические характеристики
объемов переноса песка на М Сенек

Атмосферные явления	\bar{M} , т/(км·год)	σ , т/(км·год)	C_v
Бури	1321	605	0,46
Поземки	2687	786	0,29
Оба явления	4007	1118	0,28

Примечание: Все показатели нормированы.

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо параллельно дается перевод приведенных единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней официальной редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

Математические, химические обозначения и формулы набирать в режиме редактора формул (Microsoft Equation). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТом. Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также даются в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку (см. пример).

$$f(x) = \frac{0,434}{\sigma_{lg x} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{lg x}^2} \right], \quad (1)$$

где x – размер песчинок; x_0 – их средний геометрический размер; $\sigma_{lg x}$ – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц.

Список литературы оформляются в соответствии с ГОСТ 7.5-98. В качестве примера приводятся наиболее распространенных описания – статьи, книги, материалы конференций, патенты и электронные ресурсы удаленного доступа.

Статья из периодического издания:

Аксартов Р.М., Айзиков М.И., Расулова С.А. Метод количественного определения леукомизина // Вестн. КазНУ. Сер. хим – 2003. – Т. 1. № 8. – С. 40-41

Книга:

Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леуомизина. – Алматы: Бастау, 2007. – С. 35-37

Публикация из материалов конференций (семинара, симпозиума), сборников трудов:

Абимульдина С.Т., Сыдыкова Г.Е., Оразбаева Л.А. Функционирование и развитие инфраструктуры сахарного производства // Инновация в аграрном секторе Казахстана: Матер. Междунар. конф., Вена, Австрия, 2009. – Алматы, 2010. – С. 10-13

Электронный ресурс:

Соколовский Д.В. Теория синтеза самоустанавливающихся кулачковых механизмов приводов [Электрон. ресурс]. – 2006. – URL: http://bookchamber.kz/stst_2006.htm (дата обращения: 12.03.2009).

При оформлении пристатейной литературы приводить полный перечень авторов издания (без др.).

Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках – [].

Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, адреса электронной почты, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени автора.

Статьи, выполненные коллективом авторов, должны быть подписаны всеми авторами.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.

РУКОПИСИ, ОФОРМЛЕННЫЕ НЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ, К ПУБЛИКАЦИИ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ И АВТОРАМ НЕ ВОЗВРАЩАЮТСЯ.

ҚҰРМЕТТІ ӘРІПТЕСТЕР!

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» (№1538 тіркеу кәулігі) журналының редакциялық алқасы Сіздерді серіктестікке шақырады. Журнал жылына 4 рет басылымға шығады. ҚР БҒМ білім беру және ғылым саласын бақылау комитетінің шешімімен біздің журналда жарияланған мақалалар докторлық және кандидаттық диссертациялар қорғауда қабылданатынын сіздерге қуана хабарлаймыз. Мақалалар гидрометеорологиялық және экологиялық бағытта болу керек.

«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ» ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫНА ӨТКІЗІЛЕТІН ҚОЛЖАЗБАЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР

Автормен жіберілген қолжазба жинағына кіреді: кестелер, суреттер және әдебиет тізімін қоса есептегенде 12...14 беттен аспайтын мақаланың негізгі мәтіні, 10 қатардан аспайтын мақаланың нәтижесі мен мазмұны жөнінде толық түсініктеме. Осы түсініктеме, мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. қазақ тілінде де беріледі. Мақаланың аталуы мен автордың А.Ж.Т. ағылшын тілінде де беріледі.

(ГОСТ-қа 7.1-84 сәйкес) әдебиет тізімі алфавит тәртібімен авторлар алдымен орыс, ізінше шетел тілінде беріледі. Әдебиетке сілтеу квадрат жақшада көрсетіледі – []. Суреттер бір мақалада үштен аспау керек. Мақаланың атының алдында Толық ондық жіктеу (ТОЖ) бойынша кеңейтілген индексін келтіру керек. Мақаланың машинкаға басылған нұсқасынан басқа оның дискетада, CD немесе флэшкада жазылған көшірмесі өткізіледі.

Қолжазбаны көркемдеу:

Қолжазбаның бар мәтіні, таблицалармен қоса ПК-де ақ түсті қалың қағаздың бір бетінде, А4 форматта басылады. Аралық – көбейткіш – 1,2. Беттер алаңының параметрлері: жоғарғы 20 мм, төменгі 75 мм, сол 70 мм, оң 15 мм. Азат жол 12,5 мм басталады, теру шарты Microsoft Word, Times New Roman шрифті (қалыпты стилі), шрифт өлшемі 11. Мақала атауы бас әріптермен, бөлусіз, жартылай майлы шрифтпен жазылады. Түсініктеме мақаланың негізгі мәтінінен бұрын аталудан, авторлар тізімінен (бағанада ғылыми дәрежесімен көрсетіледі) кейін орналасады, курсивпен басылады, сол және оң жағынан 5 мм шегінеді.

Мысалды қараңыз

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Гидрометеорология и экология
№ 1 2010

ӨОЖ 577.4:66.046.44.59

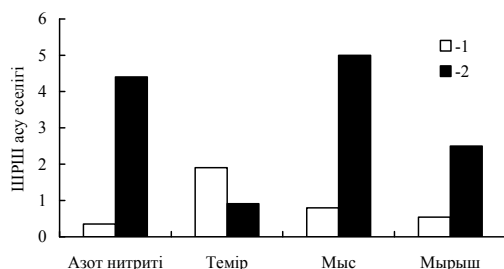
КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ

Техн. ғылымд. канд. А.Ж. Жуматаев

Бұл мақалада Шығыс Қазақстан облысы «Казцинк» АҚ Зыряновск тау-кен байыту кешенінің қоршаған ортаға әсерін бағалау мақсатында қалдық сақтау қоймасы орналасқан ауданның экологиялық карта-схемасын жасау үшін қолданылған есептеу мәліметтері мен әдістері келтірілген....

Суреттер Paint (Paintbrush) режимінде ГОСТ-қа сәйкес дайындалып, мәтінге сурет ретінде қойылады. Графиктер, диаграммалар, гистограммалар –

Microsoft Excel режимінде және мәтінге Microsoft Excel объектісі ретінде қойылады. Суреттің жазбасы оның астына қойылып, курсивпен басылады (мысалды қараңыз). Толық сандар бөлшек бөлімнен нүктемен емес қайырмамен бөлінеді. Белгілеулерге түсініктеме аталудан кейін сол қатарға жазылады. Сурет алаңына индекстер мен белгілеу сандарынан басқа жазулар рұқсат етілмейді. Суреттегі сандар мен әріптердің өлшемі мәтіндегімен бірдей, ал индекстер 1,5 мм кем болмау болу керек.



Сур. 2. Іле өзенінің ақаба сулардың төгіндісінен 500 м төмен тұсындағы ластану көрсеткіштері: 1 – 2004 жыл, 2 – 2006 жыл.

Кестелер қосымша бағаналарсыз безендіріледі, тек кестенің «басы» мен шеткі бағаналары ғана сызылады. Кестенің нөмірі және мағыналы атауы – кестенің үстіне, қосымшалары оның астына (ГОСТ-қа сәйкес) жазылады (мысалды қараңыз).

Кесте 1

Зыряновск қаласы атмосферасында ластаушы заттардың сейілуін анықтайтын коэффициенттер мен метеорологиялық сипаттамалары

Сипаттама аталуы	Көлемі
Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
Қаладағы жер бедері коэффициенті	1...3
Жылдың (шілде) орташа максимал температурасы, °С	26,9
Жылдың (ақпан) орташа максимал температурасы, °С	-28,9

Физикалық көрсеткіштердің өлшем бірліктері Халықаралық жүйеде СИ (ГОСТ 8.417-81) келтіріледі, немесе СИ жүйесіне келтірілген аудармасы қатар көрсетіледі.

Ұйымның, мекеменің, географиялық және т.б. аталуы соңғы ресми редакцияда беріледі. Тарихи аталуларына қоса жақшада кәзіргі аталуы көрсетіледі.

Математикалық, химиялық белгілеулер мен формулалар (Microsoft Equation) редактор режимінде басылуы керек. Формулаларда символдар ретінде ГОСТ-пен белгіленген белгілеулерді қолданады. Формулалардың нөмірі беттің оң шетінен домалақ жақшамен көрсетіледі. Мәтінде формуланың кезекті нөміріне сілтеу де жомалақ жақшада көрсетіледі. Мәтінде қатарға міндетті түрде барлық параметрлерді түсініктемесі беріледі (мысалды қараңыз).

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

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

Барлық қысқартулар ГОСТ-қа және қысқарту сөздігіне сәйкес жасалынады.

Бөлек парақта редакцияға автор туралы мәліметтер: аты-жөні, әкесінің аты (толығымен), үйі мен мекеменің мекен-жайы және телефондары, жұмыс орындалған мекеменің тура аталуы, автордың ғылыми дәрежесі жіберіледі.

Авторлар ұжымымен жазылған мақалар барлық авторлардың қолы қоюлы болу керек.

Редакция қолжазбаларды қабылдамауға немесе редакциялық жөндеулер және қабылданған қолжазбаларға қосулар мен қысқартулар жасауға құқықты. Мақала авторға толықтыру жасау үшін қайтарылуы мүмкін. Кей жағдайларда редакция сұрауымен мақалаға рецензия талап етіледі.

**ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАРҒА СӘЙКЕС БЕЗЕНДІРІЛМЕГЕН
ҚОЛЖАЗБАЛАР БАСЫЛЫМҒА ЖІБЕРІЛМЕЙДІ ЖӘНЕ АВТОРҒА
ҚАЙТАРЫЛМАЙДЫ.**

**Авторам, подаваемым статьи в наш журнал, необходимо заполнить
таблицу, приведенную ниже**

Сведения о статье

(заполняется на каждую статью журнала)

№	Сведения (статья)	
1	УДК	
2	Основной автор	
3	Соавторы	
4	Место работы автора	
5	Название статьи	
6	Название журнала	Гидрометеорология и экология
7	Год издания	
8	Номер издания	
9	Страницы	
10	Ключевые слова	
11	Резюме на русском языке	
12	Резюме на казахском языке	
13	Резюме на английском языке	
14	Список литературы	