

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау Ми-
нистрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 4

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2012

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.К. Кудеков, канд. геол.-мин. наук

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Ответственный секретарь

О.С. Галаева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Р.Г. Абдрахимов, канд. техн. наук; **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

№ 4 (67)

©

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. 415</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. Чердниченко, В.С. Чердниченко, Ю.А. Пивненко, В.С. Цапенко, Л.З. Коржумбаева Сравнительный анализ наблюдений автоматической метеорологической станции со стационарными наблюдениями на метеоплощадке Куйган	7
З.С. Аллахвердиев Оценка влияния климатических изменений на температуру поверхностных вод западного побережья в Среднем Каспии	20
М.А. Мусаева Современное состояние ледников в результате влияния климатических изменений в Азербайджане	26
Н.Р. Муратова, С.М. Северская, Н.Э. Бекмухамедов Оценка информативности разных вегетационных индексов для определения проективного покрытия пастбищ	32
Н.И. Ивкина, Н.К. Султанов Особенности ледообразования в северо-восточной части Каспийского моря	42
Г.Н. Трофимов, Н.З. Сагдеева, А.Я. Исакова Морфометрические характеристики малых речных бассейнов (опыт упрощенных расчетов)	52
Б.В. Фащевский, М.Ж. Бурлибаев, К. Опп, Д.М. Бурлибаева О концепции научного обоснования методики нормирования экологического и потенциально-свободного стока рек Казахстана ...	66
О.А. Шарипова Содержание радионуклидов в донных отложениях озера Балхаш ..	101
А.М. Сергеева Ақтөбе қаласының атмосфералық ауасының ластануын бағалау ...	108
М.Ж. Бурлибаев, Н.А. Амиргалиев, Е.Ж. Муртазин, И.В. Шенбергер, А.С. Перевалов, Д.М. Бурлибаева Современное состояние гидрохимического режима и токсикологических параметров в трансграничной реке Ертіс и характер их трансформации ...	118

М.С. Хайдаров	
Внешние геоэкологические угрозы больших ГЭС	136
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
Б.А. Сазанова, Т.В. Худякова, С.Л. Аманкулова, Ж. Сатыбылдиева, Т.И. Криворучко, К.Е. Бектурсунов, Л.М. Соколова, Е.И. Васенина, Т.М. Толстоногова	
Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2011 г.	148
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
Е.Н. Вилесов	
А.В. Чередниченко «Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапасаов облачности»	180
ХРОНИКА	
Р.Ю. Вальнер (к 90-летию со дня рождения)	185
Указатель статей, опубликованных в журнале в 2012 г.	188

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

- A.V. CHerednichenko, V.S. CHerednichenko,
YU.A. Pivnenko, V.S. TSapenko, L.Z. Korzhumbayeva**
Comparative analysis of automatic meteorological station observations
with stationary observations by Kuygan Station. 7
- Z.S. Allakhverdiyev**
Estimation of climate change influence to the surface water tempera-
ture in the western coast of the Middle Caspian. 20
- M.A. Musayeva**
Current state of glaciers as a result of the climatic changes influence in
Azerbaijan. 26
- N.R. Muratova, S.M. Severskay, E. Bektukhamedov**
Assessment of an informativnost of different vegetative indexes for
definition of pastures' projective covering. 32
- N.I. Ivkina, N.K. Sultanov**
Features of an ice formation in the northeast part of the Caspian Sea . . 42
- G.N. Trofimov, N.Z. Sagdeeva, A.YA. Isakova**
Small river basins morphometry (experience of the simplified
calculations) 52
- B.V. Fashevskiy, M.ZH. Burlibayev, K. Opp,
D.M. Burlibayeva**
About the concept of a scientific argumentation method of a ecological
and potentialfrei flow regulation of the Kazakhstan's rivers 66
- O.A. SHaripova**
Maintenance of radionuclides in bed deposits of the Balkhash Lake. . . 101
- A.M. Sergeeva**
Estimate of atmospheric air pollution in Aktobe City. 108
- M.ZH. Burlibayev, N.A. Amirgaliev, E.ZH. Murtazin,
I.V. SHenberger, A.S. Perevalov, D.M. Burlibayeva**
Current state of hydrochemical regime and toxicological parameters in
the transboundary Irtysh river and type of their transformation. 118
- M.S. KHaydarov**
External geoeological threats of large hydropower 136

REVIEWS AND CONSULTATIONS

B.A. Sazanova, T.V. Khudyakova, S.L. Amankulova, ZH. Satiybiyldieva, T.I. Krivoruchko, K.E. Bektursunov, L.M. Sokolova, E.I. Vasenina, T.M. Tolstonogova

Dangerous hydrometeorological phenomena at the territory of the Republic of Kazakhstan in 2011 148

CRITICISM AND BIBLIOGRAPHY

E.N. Vilesov

A.V. Cherednichenko «Alteration of climate of Kazakhstan and potential of adaptation due to available water reserves of cloudiness» 180

CHRONICLE

R.YU. Val'ner (to 90-anniversary) 185

Articles' List Published in «Hydrometeorology and Ecology» Magazine, 2012 188

УДК 551.501.1

Доктор геогр. наук
Доктор геогр. наук

А.В. Чердниченко *
В.С. Чердниченко **
Ю.А. Пивненко **
В.С. Цапенко ***
Л.З. Коржумбаева ***

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАБЛЮДЕНИЙ
АВТОМАТИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ СО
СТАЦИОНАРНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ НА
МЕТЕОПЛОЩАДКЕ КУЙГАН**

*АВТОМАТИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, ТЕМ-
ПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ, ВЛАЖНОСТЬ
ВОЗДУХА, СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ, КОЛИЧЕСТВО ОСАДКОВ,
СКОРОСТЬ И НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА, РАСХОЖДЕНИЯ ПАРА-
МЕТРОВ, ДАТЧИК*

*Представлены результаты сравнения измерений метеороло-
гических параметров между метеорологическими станциями, ав-
томатической и обычной (стационарная метеоплощадка). Выска-
зано предположение о возможных причинах имеющихся расхожде-
ний, для каждого параметра.*

Современную Национальную гидрометеорологическую службу трудно представить без новейших автоматизированных систем мониторинга. Это касается в первую очередь цифровых электронных средств измерения первичной информации (датчиков) в таких областях как загрязнение воздуха, аэрологическая, метеорологическая и др. Модернизация наземной метеорологической сети направлена на увеличение ее плотности, а также на повышение точности измеряемых параметров, используемых для выпуска прогностической продукции [1]. Важным фактором при выборе электронных автоматизированных средств измерений должно быть качество получаемой информации, ее достоверность и сопоставимость со средствами измерений, которые применяются на стандартных метеорологических площадках [1, 2, 9, 10].

* КазНИИЭК, г. Алматы

** КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

*** Казгидромет, г. Алматы

Сегодня на рынке имеется достаточно большой выбор профессиональных цифровых автоматических метеорологических электронных средств измерений, логгеров сбора и обработки информации, специальных программ, которые отличаются друг от друга не только ценами, но и качеством измерений и обработки [2, 15].

Для потребителей гидрометеорологической информации, весьма важно использовать данные и информацию, которая отвечает всем технически нормам и требованиям Наставления [9]. Такой подход не является капризом, это важно для прогнозирования и оценки различных метеорологических условий и моделирования ситуаций, а также сопоставления рядов при проведении научного анализа, сравнимости полученных результатов с данными ведущих мировых центров [3, 4, 7, 11].

Преследуя перечисленные цели, коллектив авторов по заданию РГП «Казгидромет», проводил сравнительный анализ данных метеорологических наблюдений, полученных стандартными инструментальными методами и автоматическими метеостанциями.

Необходимо было выяснить, насколько сравнимы между собой результаты измерений, если имеются различия, то по каким параметрам, каковы величины расхождений и по возможности обнаружить и указать причины таких отклонений.

Для анализа использовались наблюдения автоматической станции и измерений на стационарной метеоплощадке в поселке Куйган. Автоматическая станция оснащена автоматизированным метеорологическим комплексом AMS-111 фирмы Microstep Mis (Словения). Для этих станций имелся сравнительный ряд данных за 2,5 года.

В комплект автоматизированного комплекса входит [12]:

- Обогреваемый датчик количества осадков MRH3;
- Внешний датчик температуры и влажности воздуха HydroClip S3C03- PT100;
- Комбинированный датчик ветра Thies Clima;
- Датчик атмосферного давления Model 270;
- Блок управления AMS111;
- Метеорологическая мачта;
- Комплект ПЭВМ (С программным сопровождением производителя).

Были рассмотрены данные по температуре воздуха (максимум, минимум, средняя), температуре подстилающей поверхности, относительной влажности воздуха, количеству осадков и скорости ветра. Сравнения

выполнялись по данным измерений во все сезоны, за период 2010...2011 гг.

Метеостанция Куйган располагает следующими приборами:

- Анеморумбометр М63М-1 (пульт МВ 1) 2004 г.у. высота мачты 10 м
- Температура воздуха, термометр ТМ-3, ТМ-4;
- Температура почвы – ТМ-1, ТМ-2, ТМ-3;
- Измерение влажности воздуха в теплый период до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, применяется психрометрическая пара ТМ-4, в холодный период при температуре воздуха ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ применяется волосной гигрометр МВ-1 [9].

При сравнении предполагалась, что наблюдения производятся по программе с соблюдением правил Наставления [9], а все приборы прошли своевременную поверку [5, 13, 14].

В процессе выявления наличия отклонений, за эталон были приняты данные, полученные посредством стандартных наблюдений на метеорологической станции (М). Таким образом, были рассчитаны значения разности (Δ), которые показывают отклонение метеорологических величин на автоматической метеорологической станции (АМС) относительно М ($\Delta = М - АМС$). Соответственно, значение Δ со знаком плюс говорит о том, что АМС занижает метеорологическую величину, а Δ со знаком минус – что она завышена относительно значения, полученного на М.

Рассмотрим результаты сравнения по отдельным параметрам.

Температура воздуха. Максимальная повторяемость разностей для срочной температуры соответствовала значению $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для максимальной температуры воздуха данное значение соответствовало $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ для 2010 и 2011 года соответственно. Для минимальной температуры воздуха $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и в 2010, и в 2011 году. Таким образом, значение параметров температуры воздуха в большинстве случаев сдвинуто относительно нуля влево и большая их часть имеет знак (-) минус, а это значит, что большинство значений по температуре воздуха для АМС завышены относительно М.

Теперь перейдем к анализу результатов, полученных при анализе суточного хода. Необходимо отметить, что при осреднении были исключены значения, имеющие грубые скачки, а значения Δ усреднялись по срокам. Для удобства восприятия и анализа полученных значений синоптические сроки были взяты по местному времени, изначально же они соответствовали общепринятому Всемирному времени – UTC.

На рис. 1 представлен суточный ход отклонений $\Delta t_{\text{в}}$ по сезонам за 2010 и 2011 годы.

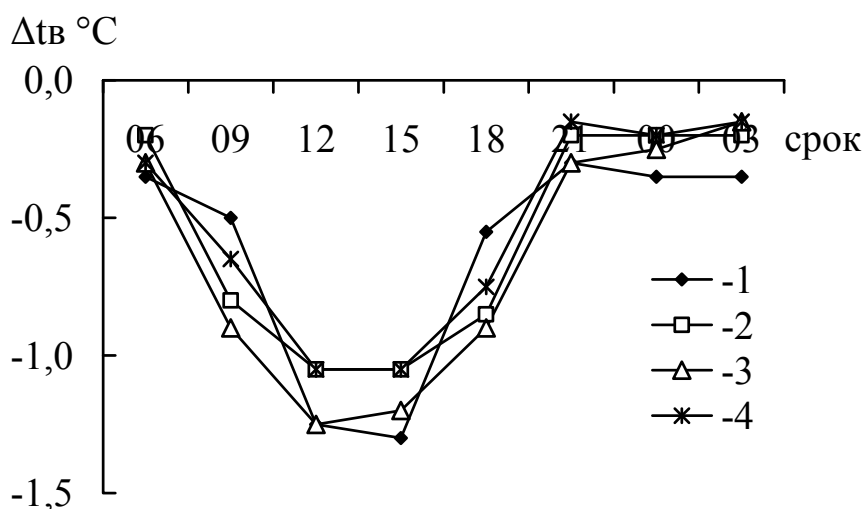


Рис. 1. Суточный ход $\Delta t_{\text{в}}$ по сезонам за 2010 и 2011 годы. 1 – зима, 2 – весна, 3 – лето, 4 – осень.

В соответствии с представленным суточным ходом по разности температур можно отметить, что значение $\Delta t_{\text{в}}$ непосредственно повторяет традиционный суточный ход, но в зеркальном отображении – максимум приходится на сроки 12 и 15 ч. Зависимость величины отклонения от температуры в данном случае прослеживается очень хорошо. Максимальное отклонение, отмеченное нами, равно $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, оно наиболее ярко выражено зимой и летом.

Минимальные значения $\Delta t_{\text{в}}$, отмечаемые в сроки 12 и 15 ч, наблюдаются осенью и весной. В целом же в суточном ходе минимум $\Delta t_{\text{в}}$ приходится на ночные сроки (рис. 1).

Резкие изменения разности значения минимальной температуры наблюдается в 15 ч и они наиболее характерны для зимы и осени. У максимальной же температуры наблюдается наиболее широкое распределение значительных отклонений в сроки от 12 до 21 ч, и отмечаются во все сезоны. Интересным является факт, что в суточном ходе в среднем за год для срочной и максимальной температуры воздуха максимальное отклонение меняется от $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Температура почвы. Суточный ход температуры почвы за исследуемый период, имеет следующее распределение – максимальное отклонение приходится на 12 ч, наибольшее значение в годовом ходе наблюда-

ется весной (-2,6 °С), летом, величина максимального отклонения составляет -2,1 °С. Зимой и осенью максимум отклонений средних температур почв приходится на утренний (06 ч) и ночной (03 ч) сроки, также отмечается значительная разность в 21 ч. (рис. 2).

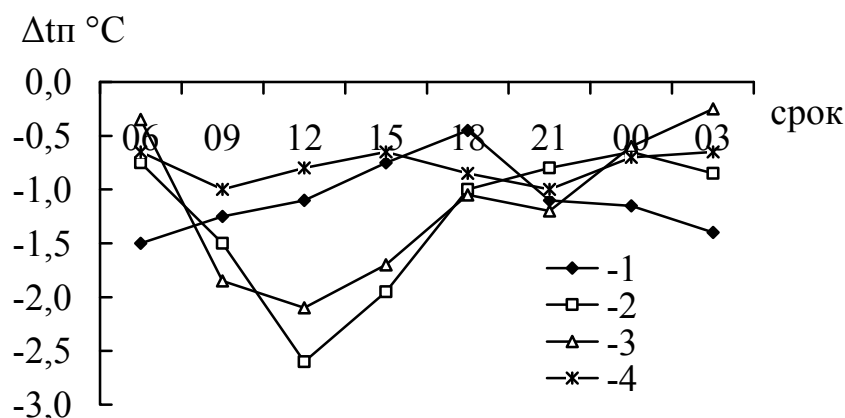


Рис. 2. Суточный ход Δt_n по сезонам за 2010 и 2011 годы. 1 – зима, 2 – весна, 3 – лето, 4 – осень.

При определении величины разностей для экстремальных значений за год, оказалось, что показания меняются в диапазоне от -0,4 °С до +0,2 °С. По данным за 2011 г. величины Δt_n по максимальным значениям полностью совпали, однако для минимальных значений отклонение составило +0,2 °С, т.е. данные АМС завышены относительно обычной М.

Относительная влажность. Для этой характеристики сравнивались показания не только средних значений по сезонам и срокам, но и для измеряемых пределов. Как правило, такие сравнения позволяют существенно сузить поиск причин имеющихся расхождений (рис. 3).

На рис. 3, можно видеть, что при малых значениях влажности АМС занижает величину относительно М, а при больших наоборот, значительно завышает их. Наименьшая разность при этом наблюдаются в диапазоне от 51 % до 70 %.

При анализе показаний относительной влажности по сезонам, обнаружено, что в 2010 г. во все сезоны, кроме зимы, наблюдается занижение значений влажности на АМС, причем прослеживается сравнительно ровный ход без ярко выраженного максимума (рис. 4). В весенний период наблюдается определенная тенденция к уменьшению отклонений в

срок 21 ч, а затем незначительный рост. Зимой же максимальное отклонение хорошо выражено в сроки 18 ч, 21 ч, разница здесь составляет -3 %.

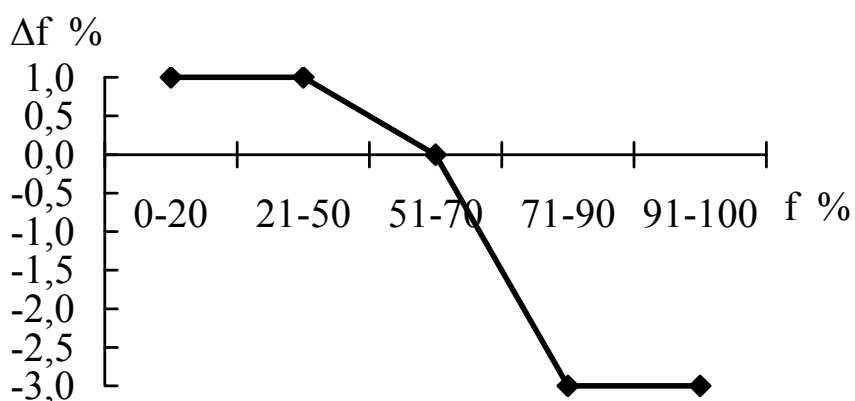


Рис. 3. Зависимость отклонений от значений относительной влажности.

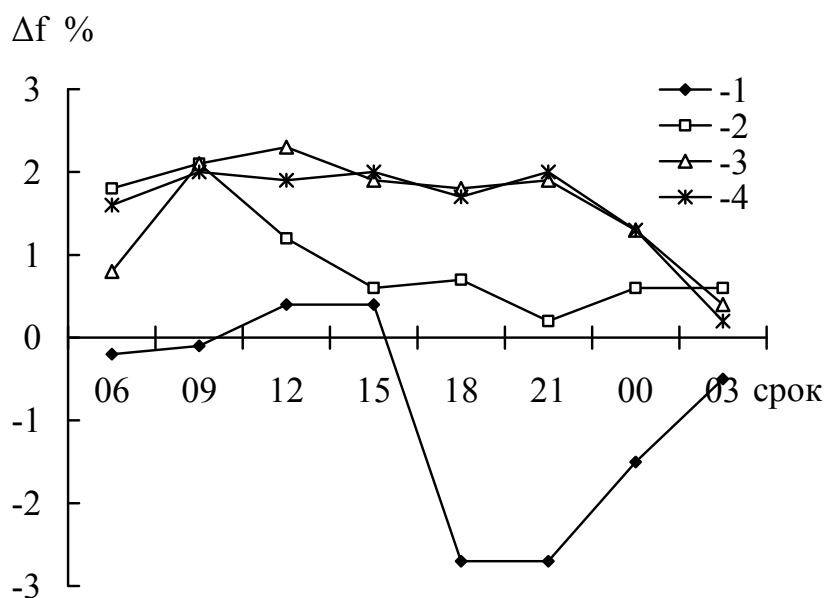


Рис. 4. Суточный ход Δf по сезонам 2010 год. 1 – зима, 2 – весна, 3 – лето, 4 – осень.

В 2011 году (рис. 5) суточный ход отклонений в зимний период очень схож с 2010 годом. Однако, максимальное отклонение относительной влажности равно 6 %, оно наблюдается в осенний период в сроки 03, 06 ч, а в зимний период в срок 21 ч.

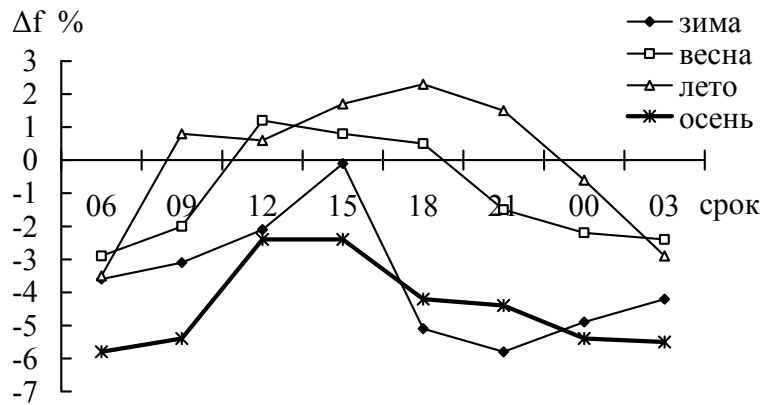


Рис. 5. Суточный ход Δf по сезонам 2011 год. 1 – зима, 2 – весна, 3 – лето, 4 – осень.

Осадки. При сравнительном анализе разностей по осадкам, были отдельно рассмотрены твердые и жидкие осадки (рис. 6).

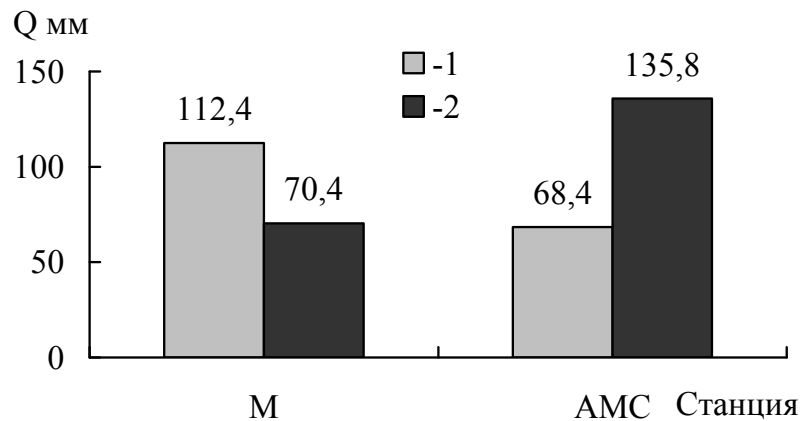


Рис. 6. Суммарные величины осадков за два года по МС и АМС. 1 – жидкие осадки, 2 – твердые осадки.

Можно видеть, что количество жидких осадков датчик АМС занижает по отношению к М, а твердые осадки наоборот завышает. Так же помимо этого по твердым осадкам АМС зарегистрировало еще дополнительно 91 мм. Таким образом, по твердым и по жидким осадкам мы имеем значительные расхождения в результатах измерений, что, конечно же, недопустимо.

К сожалению, в рамках работы мы не анализировали качество регистрации различных типов осадков по интенсивности, однако в дальнейшем такая работа предполагается.

Скорость ветра. Для этой характеристики рассматривалось соответствие значений характеристики между станциями по измеряемым диапазонам скорости ветра. Здесь данные по М и АМС имеют наибольший процент соответствий. При этом максимальное среднее отклонение в суточном ходе равно $-0,7$ м/с, это небольшая разница, согласно правилам поверки, допуск между двумя приборами может быть не более 1 м/с. Установившейся определенным образом зависимости хода разности ΔV от времени суток не имеется (рис. 7).

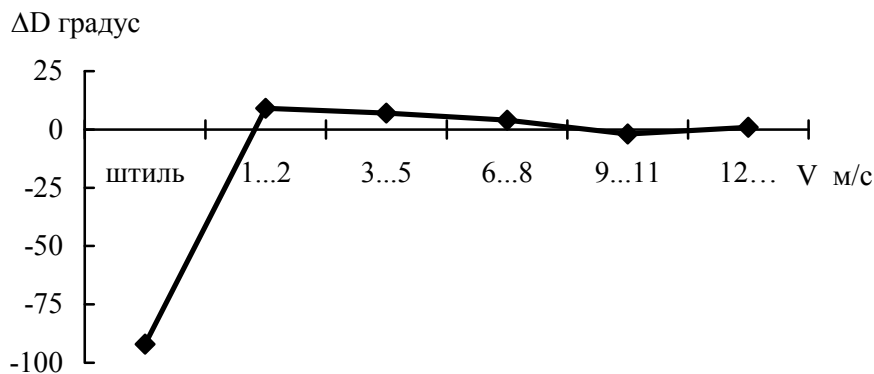


Рис. 7. Зависимость ΔD от скорости ветра.

Наибольшие отклонения в направлении наблюдаются при малых скоростях. Отметим, что при этом значения для АМС завышены, а при больших значениях скорости величина отклонения незначительно занижается, а при скорости ветра 9 м/с – сводится к минимуму. К сожалению, имеются расхождения при условиях, близких к штилевым.

Возможные причины занижения/завышения измеряемых характеристик АМС-111 по сравнению с приборами М Куйган.

Для температуры воздуха, атмосферный сигнал представляет собой сочетание медленных изменений, обусловленных суточным циклом, с возможными периодами возмущения в атмосфере и быстрыми изменениями, связанными с турбулентностью и осадками. Поэтому в зависимости от скорости ветра, типа радиационной защиты инерция датчика АМС может быть значительной и стать причиной запаздывания, показаний датчика относительно атмосферного сигнала или же наоборот. Это в свою очередь, приводит к временным отклонениям в измерении, составляющим несколько градусов, что и прослеживается в рассмотренном суточном ходе [3, 8, 11]. Кроме того, погрешности радиационной защиты (РЗ) (производители РЗ обязаны указывать пределы погрешности) должны учиты-

ваться сопровождаемым программным обеспечением (СПО) АМС при обработке и выдаче результатов измерения температуры воздуха, что вероятно не было сделано в СПО AMS-111.

Причинами, влияющими на расхождения в показаниях электронного датчика температуры почвы и напочвенных термометров, может быть облачность, осадки, различные радиационные условия земной поверхности. Степень их влияния определяется термоизоляционными характеристиками датчика. Помимо этого на такой ход могут повлиять и технические неполадки, связанные с выходом из строя датчиков, либо искажение данных при их передаче.

Возможно, что и зимой, и осенью сохраняются некие условия, дающие отклонения для температуры почвы, которые имеют своеобразный суточный ход. Чтобы это понять, возможно, необходимо более глубоко изучить технические стороны установки и эксплуатации электронного датчика и соблюдение методических указаний по правильной установке датчиков.

Факторы, влияющие на нарушение суточного хода влажности, могут быть различны, начиная от чувствительности датчика и заканчивая его инерцией. Кроме того, есть вероятность, что значения относительной влажности хорошо сопоставимы с психрометрической парой и плохо с волосным гигрометром при низких температурах (тогда, требуется поверить волосной гигрометр). Здесь также может играть определенную роль сочетание таких характеристик как влажность – температура, что и приводят к нарушению суточного хода влажности. Если же рассмотреть с технической стороны данный вопрос, то на величину отклонения может повлиять пыль, обмерзание, либо забивание сетки датчика, также пониженное вторичное электропитание из-за нестабильности промышленной электрической сети – относится ко всем датчикам (при условии их подключения к электрической сети).

Вероятной причиной расхождения в показаниях по количеству осадков между станциями, могут быть особенности конструкции датчика осадков АМС. Как уже отмечалось, упомянутый датчик имеет обогрев, т.е. твердые осадки растапливаются в приемной части и попадают на чашечный измерительный элемент. Таким образом, выдувание снега из приемной части не успевает происходить, в то время как для осадкомера Третьякова такие случаи возможны, несмотря на ветровую защиту [6].

В летнее время ситуация несколько иная, занижение показаний АМС по отношению к М может быть вызвано тем, что измерительный лотковый (чашечный) механизм имеет одну особенность. Для того чтобы он сработал, должна полностью наполниться емкость чашки равная 2,5 мм осадков. В случае если дождь закончился, а чашка не полная, то весь объем, который остался в чашке, так и останется не учтенным в сумме выпавших осадков. В результате мы имеем большую разность неучтенных осадков, которые сказываются на общей сумме за теплое время и приводят к большой разнице в показаниях между станциями. Кроме того, разница в расхождении количества осадков может быть вызвана разной высотой установки приемной поверхности измерительных элементов. У осадкомера Третьякова высота, как правило, составляет 2 м, у всех зарубежных станций эта высота колеблется от 0,4 до 1 м от уровня поверхности.

Возможные причины отклонений в измерении скорости и, особенно, в направлении ветра могут быть связаны с различием в конструкции датчиков измерения параметров ветра. В АМС скорость и направление измеряются отдельными датчиками [12]. Скорость измеряется цифровым чашечным анемометром. Чашки (3 шт) имеют небольшую приемную площадь и при малых скоростях ветра крутящий момент может не соответствовать реальной скорости ветра, что может вызвать занижение результатов измерений. Так же занижение результатов при малых скоростях ветра может быть вызвано повышенным трением в подшипниках анемометра (используются необслуживаемые подшипники закрытого типа), что может увеличить порог срабатывания. При более высоких скоростях ветра крутящий момент, прилагаемый к чашечкам или винту, пропорционален скорости в квадрате, поэтому он быстро и намного превышает силу сопротивления, соответствующую стартовому порогу.

Для измерения направления ветра, используется легкая, инерционная флюгарка [12]. Она реагирует на малейшее изменение надуваемого (направляемого) на нее потока воздуха. А датчик М63М-1, сам по себе проектировался как механизм, усредняющий слабые колебания направления ветра [5, 13, 14], поэтому расхождения здесь могут быть объяснены именно конструктивными особенностями приемных элементов. Ими и обусловлены такие большие различия в случаях штиля.

Кроме того, известно, что в анеморумбометре М63М-1 используются измерительные пульты МВ1-2-М1 и МВ1-2, где скорость обновления информации по направлению 16 с и 8 с – соответственно. В АМС логгер можно за-

программировать так, что он будет выдавать результаты измерений на компьютер от 1 с и на табло осредненные значения за 1 ч, 10 мин и пр.

В осенне-зимний период занижение результатов так же может быть из-за обмерзания вала анемометра вследствие недостаточного обогрева или не своевременного его включения.

К сожалению, необходимо отметить, что не всегда базовая комплектация автоматической станции является оптимальной и удачной. Для этого как раз необходимо проводить подобные сравнительные анализы. Так, в Акмолинской области после проведенных сравнений из-за недостоверности данных отказались от использования лотковых (чашечных) датчиков количества осадков и используют датчики количества осадков весового типа.

При длительной эксплуатации автоматической метеорологической станции в районе оз. Сорбулак так же было замечено, что при продолжительном отсутствии прямой солнечной радиации в совокупности с низкими температурами (ниже -15°C) станция работает в автономном режиме не более 3...3,5 суток. После этого она отключается, либо частично (с последующем полным восстановлением рабочего цикла и сохранением накопленных данных и времени исчисления) или отключается полностью (без восстановления данных и работоспособности).

Обнаруженные расхождения для некоторых параметров имеют недопустимые значения, в первую очередь для значений температуры воздуха и почвы. Сегодня, когда мы говорим об изменении климата на 1°C , за 50 лет, строим возможные сценарии его изменения закладывая в модель допуск по температуре $1...1,5^{\circ}\text{C}$, такие расхождения просто не должны иметь места. Это касается и других характеристик, особенно количества осадков.

По этой причине должно соблюдаться и проверяться на соответствие ГОСТам всё поставляемое оборудование, и возможно, что РГП «Казгидромету» необходимо иметь свои технические средства и свои технические критерии отбора оборудования, с тем чтобы обеспечить качество и непрерывность рядов наблюдений, а так же соблюдать методологию установки электронных устройств и их правильный запуск на месте с соблюдением всех стандартов и необходимых установок (высота над уровнем моря, географические координаты, магнитное склонение и пр.).

Думается, что Руководству РГП «Казгидромет» необходимо следовать соображениям не только экономии, при проведении закупок оборудования, но и руководствоваться качеством поставляемой продукции. Так, проведенный анализ работы станций Vaisala, установленных в Акмолин-

ской области, не дает поводов для особого беспокойства, поскольку фактически исключают вмешательство специалистов в получение измеренных данных. Нам представляется, что исследования, подобные данному, необходимо проводить для каждого типа оборудования, каждой станции в каждой климатической зоне. В дальнейшем это позволит исключать или не применять не отвечающее особенностям климата или другим требованиям оборудование.

Авторы статьи выражают глубокую признательность и благодарность В.Л. Вакарю (ведущему инженеру РГП «Казавиамет», 1991...2007 гг) за оказанную помощь (консультации и идеи) в написании статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аргучинцева А.В. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений. – Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2007. – 106 с.
2. Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике. – М.: Радио и связь, 1984. – 287 с.
3. Жексенбаева А.К. Лабораторный практикум по метеорологии. – Алматы: КазНУ им. аль-Фараби, 2012. – 136 с.
4. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений. – Л.: Наука, 1967. – 88 с.
5. Качурин Л.Г. Методы метеорологических измерений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 456 с.
6. Кедров Иван В.Н. Метеорологические приборы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1947. – 640 с.
7. Кондратюк В.И. Модернизация метеорологической сети Росгидромета //Труды ГГО. – 2011. – № 564. – С. 19-39.
8. Моргунов В.К. Конспект лекций по курсу Климатология и метеорология – Новосибирск: Новосибирская Академия водного транспорта, 2003. – Ч. 3. – 399 с.
9. Наставления по гидрометеорологическим станциям и постам. Ч. 1. – Алматы: РГП «Казгидромет», 2002. – 456 с.
10. Руководство по автоматическим системам метеорологического наблюдения на аэродромах. // Международная организация гражданской авиации: ИКАО, 2011. – Издание второе. – 113 с.
11. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 703 с.

12. Руководство по эксплуатации. Автоматическая метеорологическая станция AMS111. ТОО «Адал – ТЕМ» 2009 г. – 31с.
13. Справочник по гидрометеорологическим приборам и установкам. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 372 с.
14. Стернзат М.С. Метеорологические приборы и измерения. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 392 с.
15. Торопов П.А., Терентьев Б.А. Гидрометеорологический мониторинг в экосистемах ООПТ Алтае-Саянского экорегиона. – М.: WWF России, 2011. – 132 с.

Поступила 8.12.2012

Геогр. ғылымд. доктора А.В. Чередниченко
Геогр. ғылымд. доктора В.С. Чередниченко
Ю.А. Пивненко
В.С. Цапенко
Л.З. Коржумбаева

**АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ СТАНЦИЯ
БАҚЫЛАУЛАРЫМЕН ҚҰЙҒАН МЕТЕОАЛАҢЫНДАҒЫ
СТАЦИОНАР БАҚЫЛАУЛАРЫН САЛЫСТЫРУ ТАЛДАУЫ**

Метеорологиялық, автоматтық және кәдімгі станциялар арасында метеорологиялық параметрлерінің өлшеулерін салыстыру нәтижелері берілген. Әр параметр үшін қолда бар қайшылықтардың мүмкін себептері туралы болжам айтылды.

УДК 551.517.31.6

Канд. геогр. наук З.С. Аллахвердиев*

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА
ТЕМПЕРАТУРУ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ЗАПАДНОМ
ПОБЕРЕЖЬЕ СРЕДНЕГО КАСПИЯ**

*СРЕДНИЙ КАСПИЙ, ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ, ПОВЕРХНОСТ-
НЫЕ ВОДЫ, ТЕМПЕРАТУРА*

В статье использованы многолетние данные наблюдений за поверхностными водами моря (1961...2009 г.г.) на гидрометеорологических станциях западного побережья Среднего Каспия. Сравнивались месячные и годовые температурные нормы для четырех станций в разных морских районах за период 1960...1990 г.г. и 1991...2009 г.г. Объединив полученную информацию для каждого морского района, было оценено распределение температуры поверхностных вод на западном побережье Среднего Каспия.

Протяженность Каспийского моря вдоль меридиана влияет на формирование климатических и метеорологических условий на различных акваториях. Это в свою очередь влияет на гидрологический режим моря. Одним из параметров подвергающихся изменению является температурный режим поверхностных вод моря. В период глобальных климатических изменений появилась необходимость его изучения. Во время исследований были использованы многолетние данные наблюдений на гидрометеорологических станциях западного побережья Среднего Каспия (табл.) [2].

Таблица

Температура поверхностных вод на западном берегу Среднего Каспия

Температура поверхности воды	Период 1960...2009 гг.	Период 1960...1990 гг.	Период 1991...2009 гг.
М Махачкала			
Средняя	*	12,5	*
Максимальная	*	14,1	*
Минимальная	*	10,6	*

* Министерство экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики, Гидрометеорологический НИИ. Баку, Азербайджан

Температура поверхности воды	Период 1960...2009 гг.	Период 1960...1990 гг.	Период 1991...2009 гг.
Зима	*	3,3	*
Весна	*	9,1	*
Осень	*	15,4	*
Лето	*	22,2	*
М Дербент			
Средняя	13,6	13,3	15,3
Максимальная	16,3	14,7	16,3
Минимальная	11,2	11,2	13,6
Зима	4,9	4,9	4,8
Весна	9,7	9,7	8,1
Осень	16,7	16,7	16,1
Лето	23,4	23,4	21,6
М Сиазань			
Средняя	14,1	13,7	14,1
Максимальная	15,7	15,4	15,7
Минимальная	12	12	13,4
Зима	4,7	4,2	5,6
Весна	11,6	11,6	11,7
Осень	16,1	15,4	17,4
Лето	23,7	23,6	24,0
М Сумгаит			
Средняя	14,1	14,5	13,6
Максимальная	15,9	15,9	14,9
Минимальная	11,0	12,6	11
Зима	5,8	6,1	5,4
Весна	10,8	11,3	10,0
Осень	16,5	16,7	16,2
Лето	23,3	23,7	22,7

Примечание: * – данные отсутствуют.

В районе гидрометеорологической станции (М) Сумгаит, температурные нормы поверхностных вод по месяцам для периода 1961...1990 гг. колебались в пределах от 4,9 °С (февраль) до 25 °С (июль, август). Средняя годовая температурная норма составила 14,5 °С. Максимальная средняя годовая температура (15,9 °С) была отмечена в 1981 г., а минимальная (12,6 °С) в 1961 г. Температурные нормы поверхностных вод по сезонам составили: зимой 6,1 °С, весной 11,3 °С, летом 23,7 °С, а осенью 16,7 °С.

Изучение распределения температуры поверхностных вод в период 1991...2009 гг. представляет наибольший интерес. В этот период средняя многолетняя температура составила 13,6 °С, что ниже нормы по этим тер-

риториям на 0,9 °С. Минимальная месячная температура составила 4,6 °С в феврале, а максимальная 24,9 °С в августе. Температуры поверхностных вод по временам года в этот период составили: зимой 5,4 °С, весной 10 °С, летом 22,7 °С, а осенью 16,2 °С. Все эти показатели ниже температурной нормы (1961...1990 гг.).

На рассматриваемой территории проведен анализ распределения многолетней (1961...2009 г.г.) температуры поверхностных вод и выявлено, что средняя многолетняя температура (14,1 °С) ниже нормы (14,5 °С). Это находит свое отражение в распределении температуры по временам года. Надо отметить, что осенью температура поверхностных вод выше, чем весной. Причиной этому является аккумулялирующая роль моря.

Температурные нормы (1961...1990 гг.) поверхностных вод по данным М Сиазань составили в феврале 3,3 °С, в июле 24,8 °С. Среднее годовое значение нормы равно на 13,7 °С. В этот период максимальная среднегодовая температура равнялась на 15,4 °С в 1990 г., а минимальная 12 °С в 1983 г. Сезонные значения температуры поверхностных вод по М Сиазань были следующие: зимой 4,2 °С, весной 11,6 °С, летом 23,6 °С, осенью 15,4 °С. Как видно в этой части Каспийского моря температура поверхностных вод осенью выше, чем весной.

В течение периода 1991...2009 гг. на М Сиазань средняя многолетняя температура составила 14,1 °С, что является выше характерной нормы (13,7 °С) на 0,4 °С для этого района. В этот период распределение температуры поверхностных вод по временам года было следующим: зимой 5,6 °С, весной 11,7 °С, летом 24,0 °С, осенью 17,4 °С. В этом морском районе во все времена года наблюдается увеличение температуры по сравнению с нормой.

Для М Сиазань были проанализированы температуры поверхностных вод как по месяцам так и по годам в период с 1961 по 2009 гг.. Средняя месячная температура колебалась в пределах 4,0...24,8 °С. Средняя многолетняя температура составляла 14,1 °С, что превышало норму на 0,4 °С. В этот период среднегодовая максимальная температура была отмечена в 2000 г. и составила 15,7 °С.

На М Дербент (1960...1990 гг.) температурные нормы поверхностных вод колебались в пределах 2,7 °С – февраль, 24,4 °С – июль, а годовая температурная норма составила 13,3 °С. Средние многолетние сезонные температуры составили: зимой 4,9 °С, весной 9,7 °С, летом 23,4 °С, осе-

нию 16,7 °С. В этот период самая высокая средняя годовая температура наблюдалась в 1981 г. (14,7 °С), а самая низкая в 1969 г. (11,2 °С).

В период 1991...2009 гг. на М Дербент наблюдается повышение температуры поверхностных вод. Средние многолетние месячные значения изменялись в интервале 4,5...26,9 °С, а средняя многолетняя температура составила 15,3 °С, что превышает норму на 2 °С. Повышение температуры наблюдалось во все сезоны года. Но, тем не менее, по сравнению с нормой еще большее повышение наблюдается осенью и зимой. Также необходимо отметить, что самая высокая средняя годовая температура за период 1961...2009 гг. (16,3 °С) была отмечена в 2005 г., абсолютная максимальная температура отмечена в июле (30,6 °С) в 1962 г., а абсолютная минимальная температура в феврале (-0,7 °С) 1988 г.

По данным М Махачкала распределение температурных норм поверхностных вод по месяцам колебалось в пределах 1,8 °С (февраль) – 23,6 °С (август), и годовая норма составила 12,5 °С. Значения температурной нормы по сезонам года составили: зимой 3,3 °С, весной 9,1 °С, летом 22,2 °С, осенью 15,4 °С. В этот период (1961...1990 гг.) самая высокая средняя годовая температура (14,1 °С) наблюдалась в 1966 г., а самая низкая (10,6 °С) в 1969 г., что определено выше нормы на 1,6 °С и ниже на 1,9 °С.

Для исследуемой части моря для периода 1961...1990 гг. рассчитаны средние месячные максимальные и минимальные показатели. Определена абсолютная максимальная температура – 29,7 °С (июль 1982 г.), а абсолютная минимальная температура составила -1,9 °С в феврале 1988 г.

После проведенного анализа температуры поверхностных вод на гидрометеорологических станциях (Махачкала, Дербент, Сиазань и Сумгаит) западного побережья Среднего Каспия, была рассчитана средняя температура для этого побережья. С этой целью проведены сравнения температурной нормы (1961...1990 гг.) со значениями периода 1991...2009 гг. (рис. 1 и рис. 2). В первую очередь проанализировано распределение средних многолетних температур по сезонам года. По построенным кривым можно ясно увидеть, что в период 1991...2009 гг. зимой и осенью температура поверхностных вод выше, а весной и летом ниже нормы. Это свидетельствует о том, что климатические изменения наименее коснулись осенних и зимних сезонов.

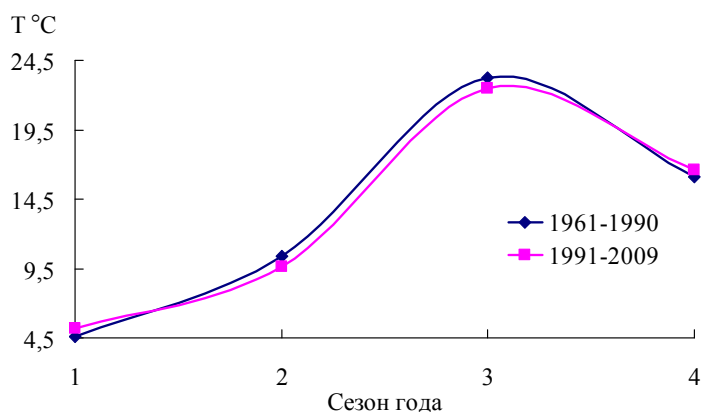


Рис. 1. Распределение температуры поверхностных вод относительно нормы по временам года на западном побережье Среднего Каспия. 1 – зима, 2 – весна, 3 – лето, 4 –осень.

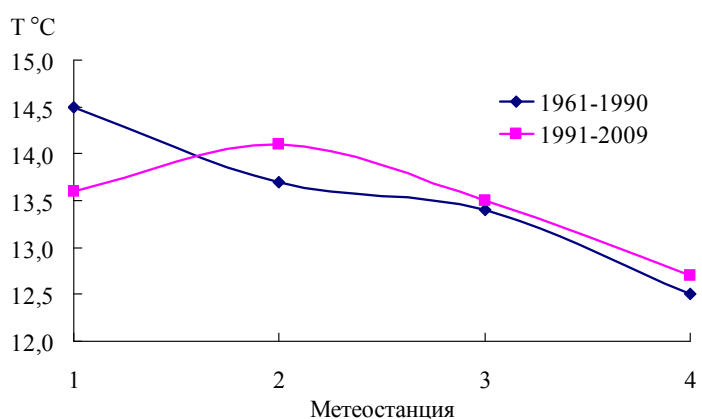


Рис. 2. Распределение температуры поверхностных вод на западном побережье Среднего Каспия. 1 – М Сумгаит, 2 – М Сиазань, 3 – М Дербент, 4 – М Махачкала.

В период 1991...2009 г.г. средние многолетние температуры поверхности воды в районе М Сумгаит были ниже нормы на несколько градусов по сравнению с М Сиазань, М Дербент и М Махачкала, что свидетельствует об аномалии на Среднем Каспии. Эту мысль также подтверждает слабая корреляционная связь ($r \approx 0,1$) между температурой воздуха и температурой воды [1]. Если этот температурный показатель не принимать во внимание во время подсчета средней температуры для западного побережья, тогда средняя температура западного побережья ($13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) превысит норму ($13,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) на $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а это может объясняться климатическими изменениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование влияния климатических изменений на гидрометеорологические условия Каспийского моря: Отчет о НИР / Гидрометеорологический НИИ Министерства экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики. – № ГР 0110Az2001. – Баку, 2011, – 106 с. – Отв. исполн. З.С. Аллахвердиев (на азербайджанском языке).
2. Каспийское море: Гидрология и гидрохимия. / Под ред. С.С. Байдина, А.Н. Косарева. – М.: Наука, 1986. – 261 с.

Поступила 06.12.2012

Геогр. ғылымд. канд. З.С. Аллахвердиев

ОРТА КАСПИЙДІҢ БАТЫС ЖАҒАЛАУЫНДАҒЫ ЖЕР БЕТІ СУ ТЕМПЕРАТУРАСЫНА КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРДІҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Мақалада Орта Каспийдің батыс жағалауындағы гидрометеорологиялық станциялардағы жер беті теңіз суларын бақылаудың көпжылдық мәліметтері (1961...2009 ж.ж.) қолданылған. Әртүрлі теңіз аудандарындағы төрт станция үшін температураның айлық және жылдық шамалары 1960...2009 ж.ж. және 1991...2009 ж.ж. мерзім аралығында салыстырылған. Әр теңіз аудандары үшін мәліметтерді топтастырып Орта Каспий батыс жағалауындағы жер беті суларындағы температураның үлестірілімі бағаланған.

УДК 551.324.64

М.А. Мусаева*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕДНИКОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ*ЛЕДНИК, СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН, БОЛЬШОЙ КАВКАЗ, ПЛОЩАДЬ, РЕКА КУСАРЧАЙ, АККУМУЛЯЦИЯ, МОРЕНА, АБЛЯЦИЯ, ВЕРШИНА, СНЕГ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА*

В статье рассмотрено современное состояние ледника Туфан в условиях климатических изменений. Сравнены морфометрические показатели 1975 и 2011 годов. Вычисленные значения показывают, что в связи с увеличением температуры воздуха за последние столетия, площадь ледника уменьшилась.

Как известно, ледники являются индикаторами климатических изменений. Они уникальные объекты для исследования этих изменений. Глобальные климатические изменения стали причиной резкого уменьшения ледников во всех регионах мира. Эти изменения наблюдались и в более ранних периодах, но они происходили путем естественных климатических изменений. За последние десятилетия наряду с природными факторами влияния деятельности человека на изменение климата сильно возросло.

Ледники на территории Азербайджана находятся на северо-восточном склоне Большого Кавказа и в бассейне р. Кусарчай. Так как климат в юго-восточной части Большого Кавказа (на территории Азербайджана) по сравнению с климатом в центральной и западной частях сухой и континентальный, то современное оледенение идет медленно. Здесь, ледники расположены на различных высотах и склонах различной ориентации. Если не принимать во внимания мелкие ледники, простирающиеся от вершины Базардюзи (высота 4466 м) к югу до хребта Араксдара (Гваданвас), то большая их часть находится на северном склоне хребта. Вершина Туфандаг расположена на водоразделе Большого Кавказа. Высота вершины 4191 м. К северу от вершины простираются два небольших хребта. Между ними течет река Абилдара [1, 2, 3]. Ледник Туфан простирается от

* Министерство экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики, Гидрометеорологический НИИ. Баку, Азербайджан

хребта до истока реки Туфандага. От конца языка ледника Туфан на высоте 10...15 м от уровня реки находится молодая морена шириной 20...22 м.

Ледники, находящиеся на исследуемой территории являются главными источниками питания рек текущих по равнине Шах. Все реки равнины Шах стекают в р. Шахнабад, а она в свою очередь в р. Кусарчай.

Согласно морфологии горные ледники в Азербайджане делятся на два основных типа:

- 1) ледники горных склонов (каровые, висячие);
- 2) ледники горных вершин (плоские).

Первый тип ледников наблюдается на склонах вершин Базардюзи, Базарюрд, Туфандаг и на других вершинах, а второй тип на Боковом хребте Шахдагского плато.

В высокогорных зонах Большого Кавказа и Бокового хребта, где расположены ледники, наблюдается климатический тип горной тундры. Этот климатический тип характеризуется чрезмерной влажностью, холодным летом и зимой.

Средняя годовая температура воздуха в ледниковой зоне всегда отрицательная -4...-5 °С. Средняя температура в июле ниже 5 °С, а средняя температура в январе ниже -10 °С. Годовое количество атмосферных осадков колеблется в пределах 600...800 мм. Средняя годовая скорость ветра составляет 24 м/с [6]. Высота снежного покрова в среднем составляет 120...140 см.

Ледники, расположенные в бассейне р. Кусарчай, в 19...20 веках были изучены русскими исследователями, такими как Г.В. Абих, А.В. Пастухов, К.И. Подозерски, А.Л. Рейнгард, Л.Н. Леонтьев на основании анализа картографических материалов и путем экспедиций.

Исследователи института географии АН Азербайджанской Республики Б.А. Будагов и И.М. Кисин в 60-х годах прошлого столетия занимались изучением ледников. Результаты этих исследований нашли свое отражение в монографии «Современное и древнее оледенение Большого Кавказа в Азербайджане», опубликованной Б.А. Будаговым в 1965-ом году. Вышеупомянутые исследователи в своих научных работах представили материалы относительно количества, площади, типов, экспозиций и других параметров ледников в бассейне р. Кусарчай. В опубликованном в 1975-ом году «Каталоге ледников СССР» нашла отражение информация о ледниках, находящихся в бассейне р. Кусарчай на основании данных 1968 года [4, 5].

Как было сказано ранее, ледники на территории Азербайджана были изучены на основании анализа картографического материала и периодически проводимых экспедиций. В табл. 1 предоставлены площади ледников в бассейне р. Кусарчай по некоторым источникам [7, 8, 9].

Таблица 1

Площадь ледников в бассейне р. Кусарчай, м²[7, 8, 9].

Ледник	К.И. Подозерски, 1910 г.	Л.Н. Леонтьев, 1940 г.	Б.А. Будагов и И.М. Кисин 1957 г., 1961 г.	Каталог ледников СССР, 1975 г.
Базардюзи				
Юг (южная часть общего покрова)	-	0,5	-	-
Юго-запад	0,57	-	-	-
Юго-восток	0,23	0,15...0,20	-	-
Базарюрд				
Север	0,55	0,55	0,4	0,3
Юг	0,79	0,27	0,2	0,2
Туфан (Абил)	0,68	-	0,51	0,5
Шагдаг	1,08	2,9	1,23	1,6
Гваданвас (Арагикам) В верхней части	0,48	0,4	0,44	0,2
р. Ятыхдара	0,46	-	-	0,4
Общая площадь ледников	4,84	4,82	2,78	3,2

Одним из методов, используемых при изучении ледников, является ведение картометрических работ. В 1975 г. используя этот метод, было подтверждено существование 8 ледников в бассейне р. Кусарчай. Была определена площадь, экспозиция, длина, высота верхних, нижних точек существующих ледников. В табл. 2 предоставлены основные данные о ледниках в 1975-ом году. Общая площадь ледников находящихся в бассейне р. Кусарчай составила 4,00 км² [7].

В июле 2011 г. экспедиционная группа Национального Гидрометеорологического Департамента Азербайджана отправилась на изучение ледника Туфан. Экспедиционная группа провела большую работу, были измерены координаты, общая длина, толщина, ширина ледника. Измерения были начаты на высоте 3650 м над уровнем моря по направлению к вершине Туфандаг (41°10,266' с.ш.; 47°57,669' в.д.).

Показатели ледников, существующих в бассейне р. Кусарчай в 1975 г.[7]

Ледник	Морфологический тип	Общая экспозиция	Самая большая длина, км	Общая площадь, км ²	Высота, м	
					самая нижняя точка	самая верхняя точка
Туфан	Висячий	СВ	1,25	0,54	3560	4100
Базаяурд 1	Висяче кар.	СЗ	1,0	0,55	3610	4100
Базаяурд 2	Каровый	СЗ	0,45	0,20	3620	3920
Ятыхдара 1	Каровый	С	0,60	0,25	3700	4000
Ятыхдара 2	Каровый	СВ	0,65	0,20	3660	3880
Базардюзи	Каровый	Ю	1,25	0,47	4100	4460
Шахдаг	Плоский	С	1,50	1,34	3710	4240
Гваданвас	Каровый	СЗ	1,00	0,45	3850	4070
ИТОГО				4,00		

По средним подсчетам общая длина главного ледника составляет 1800 м. В результате наших подсчетов площадь ледника Туфан составляет 0,48 км², а объем приблизительно 0,01 км³. Необходимо отметить, что поверхность ледника почти полностью покрыта мореной. С уменьшением высоты повышается степень покрытия льда мореной.

Длина верхней части ледника составляет 1100 м. Верхняя часть ледника находится в пределах высот 3930...3500 м (41°10,520' с.ш.; 47°59,699' в.д.). Ледник выше 3930 м, находится в висячем состоянии. По средним подсчетам ширина висячего ледника составляет 80...100 м, а длина 100...120 м. Была установлена условная высота пиковой отметки этой части (4100 м). Ширина I-го ледника в верхней части составляет (после висячего ледника) 120 м. Ширина ледника с севера от вершины возрастает. Ширина ледника в районе опорной точки увеличивается до 450 м, с уменьшением высоты ширина ледника уменьшается до 240 м. По средним подсчетам площадь верхней части ледника составляет 0,35 км².

На теле ледника ближе к вершине наблюдаются крупные трещины. Эти трещины имеют разное направление. Ширина трещин варьирует от нескольких сантиметров до 8...10 м. Измерение глубины трещин на теле ледника на высоте 3752 м над уровнем моря (41° с.ш.; 47°59,519' в.д.) показало, что она варьирует в диапазоне 25...30 м. На поверхности ледника в 100 м от вершины, глубина трещин составляет 7...8 м.

Ледник Туфан, является источником питания р. Махмуддара. Зимой, когда температура воздуха опускается ниже 0 °С река замерзает. В

период экспедиции на ледник, для измерительных работ была установлена опорная точка на высоте 2818 м над уровнем моря, с координатами 41°11,633' с.ш.; 48°00,099' в.д. Расстояние от опорной точки до ледника составило 73 м. Во время проведения измерительных работ ширина реки составляла 5 м. Средняя глубина реки в самом широком месте – 22 см, площадь сечения 1,1 м². Основываясь на вышеуказанные данные, расход воды на р. Махмудара составил 1,4 м³.

Как показал анализ проведенных исследований прошлых лет и литературных материалов, нижняя граница ледника Туфан находилась на высоте 3500 м над уровнем моря.

Результаты экспедиционных исследований показали, что нижняя граница ледника фактически перешла за 3250 м.

Использование снимков, полученных со спутников, в целях изучения ледников так же является целесообразным. Имея информацию за несколько лет, полученную со спутников можно определить динамику изменения ледников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будагов Б.А Современное и древнее оледенение азербайджанской части Большого Кавказа. – Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1965. – С. 52-66.
2. Будагов Б.А Геоморфология северного склона юго-восточного Кавказа. // Тр. института геогр. АН АзССР. – 1957. – Т. 7. – С. 23-26.
3. Будагов Б.А. О современных ледниках Шахдагского массива. //Тр. Тбилисского НИГМИ. – 1961. – Вып. 9. – С. 16-22.
4. Цомая В.Ш. Экспедиционно-стационарное гляциологическое исследование. // Тр. Тбилисского НИГМИ. – 1958. – С. 56-59.
5. Цомая В.Ш. Характерные черты режима отступления ледников Кавказа. // Тр. Тбилисского НИГМИ. – 1961. – Вып. 9. – С. 40-46.
6. Отчет об экспедиционных работах Национального Гидрометеорологического Департамента – Баку, 2012. – С. 12-15. – Отв. исполн. С. Аббасов, З. Рагимов.
7. Каталог ледников СССР. Т. 9, Вып. 1, 3, 4. / Под ред. О.Н. Виноградова. – Л.: Гидрометеоздат, 1975. – 95 с.
8. Подозерский К.И. Ледники Кавказского хребта. – СПб.: Зап. КОРГО, Вып. 1, – 1911. – 225 с.
9. Труды ледниковых экспедиций. Кавказ. Вып. 5. – Л.: Из-во ЦУСГМС, 1936. – С. 31-35.

М.А. Мусаева

**КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРДІҢ ӘСЕРІ НӘТИЖЕСІНДЕ
ӘЗІРБАЙЖАНДАҒЫ МҰЗДЫҚТАРДЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ**

Мақалада климаттық өзгерістер әсері нәтижесіндегі Туфан мұздығының қазіргі жағдайы қарастырылған. 1975 және 2011 жылдардағы морфометриялық көрсеткіштері салыстырылған. Есептелген көрсеткіштер соңғы жүзжылдықтағы ауа температурасының өсуімен мұздық ауданының кішірейгенін көрсетеді.

УДК 621.396.967.0180

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

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ РАЗНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ПАСТБИЩ

ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ, ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПАСТБИЩА, ВЕГЕТАЦИОННЫЕ ИНДЕКСЫ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПАСТБИЩНАЯ ДЕГРЕССИЯ

Проведен анализ функциональной зависимости проективного покрытия биоценозов от значений различных вегетационных индексов, вычисленных по данным спектрометрических измерений радиометром FieldSpec. Исследования показали, что наиболее тесная корреляция между степенью проективного покрытия растениями почвы и вегетационными индексами, рассчитанными по спутниковым данным различного пространственного разрешения, выявлена для NDVI и SAVI по данным MODIS. Вследствие низкого пространственного разрешения спутниковые данные NOAA являются мало информативными.

Разработка метода прогноза продуктивности естественных пастбищ по данным дистанционного зондирования основывается на выборе спутникового параметра, характеризующего состояние растительности, выделении участков пастбищ с низким проективным покрытием и продуктивностью, определении времени проведения наблюдений. В период от начала вегетации до цветения основным фактором, влияющим на спектральные свойства растительности, является увеличение биомассы. При этом коэффициент спектрального отражения уменьшается в красном участке спектра и увеличивается в ближнем ИК-диапазоне, что приводит к изменениям значений вегетационного индекса. Эти особенности характерны для поздневесеннего и раннелетнего периода наблюдения, когда отмечается интенсивный рост эфемеров, эфемероидов и отрастание побе-

* Институт космических исследований, г. Алматы

гов многолетней травянистой и кустарниковой растительности. При усыхании надземной биомассы происходит обратное изменение вегетационного индекса. В табл. 1. приведены формулы расчетов и характеристики различных вегетационных индексов, которые предназначены как для оценки смешанного почвенно-растительного сигнала, так и для полного покрытия почвы растительным покровом.

Таблица 1

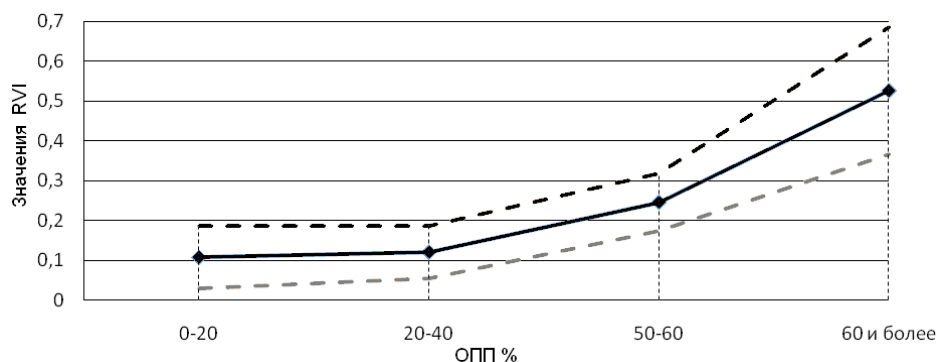
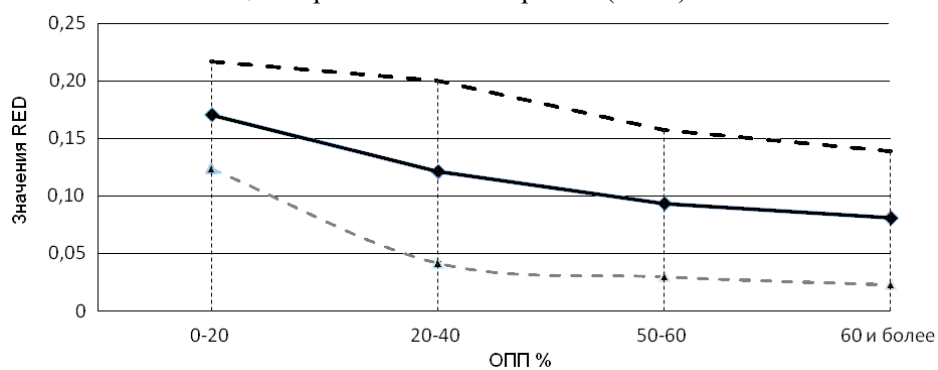
Формулы расчета вегетационных индексов

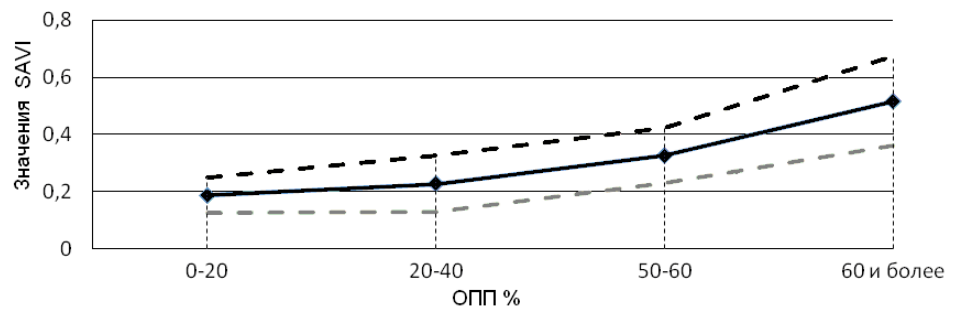
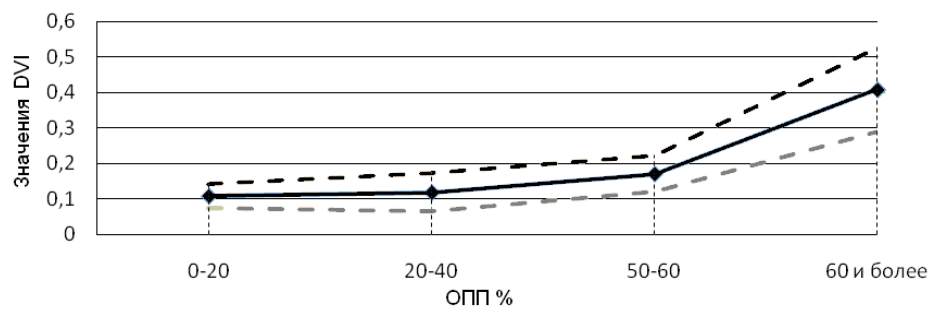
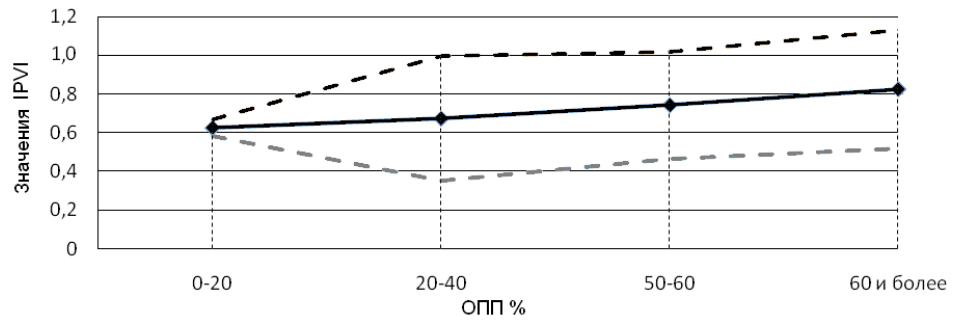
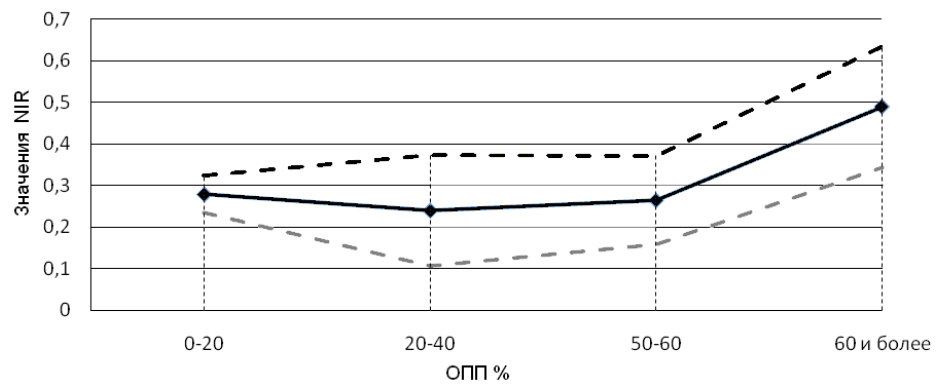
Ratio Vegetation Index (<i>RVI</i>)	$RVI = (NIR/RED)$, где <i>NIR</i> – значения коэффициента отражения в ближнем инфракрасном, <i>RED</i> – в красном диапазоне спектра. Для зеленой растительности значения $RVI > 1$. С увеличением зеленой биомассы и сомкнутости растительности изменяется от 2 до 8
Normalized Difference Vegetation Index (<i>NDVI</i>)	$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED)$. Значения индекса варьируют от -1 до 1. Для растительности индекс <i>NDVI</i> принимает положительные значения от 0,2 до 0,8
Infrared Percentage Vegetation Index (<i>IPVI</i>)	$IPVI = NIR/(NIR + RED)$. Индекс может принимать значения от 0 до 1. Для зеленой растительности характерны значения от 0,6 до 0,9
Difference Vegetation Index (<i>DVI</i>)	$DVI = NIR - RED$. Изовегетационные линии идут параллельно друг другу
Transformed Vegetation Index (<i>TVI</i>)	$TVI = \sqrt{NDVI + 0,5}$; 0,5 прибавляется для исключения отрицательных значений под корнем
Soil Adjusted Vegetation Index (<i>SAVI</i>)	$SAVI = (1 + L)(NIR - RED)/(NIR + RED + L)$, где <i>L</i> – [0;1] 0 – наибольшее проективное покрытие; 1 – наименьшее. Значения изменяются от -1 до 1. Линия почв проходит через точку 0

Цель использования растительного индекса – создание корректной системы линейного взвешивания: величина индекса – параметры растительности. Под параметрами растительности обычно понимают либо объем зеленой растительной биомассы, либо долю проективного листового покрытия почвы.

По результатам подспутниковых наблюдений, проведенных в Алматинской и Карагандинской областях весной и летом 2011 года, отме-

чено, что антропогенные нагрузки на пастбища проявляются в виде пастбищной дигрессии, которая в первую очередь сопровождается уменьшением проективного покрытия почвы растительностью. Исследуемая территория была представлена различными растительными ассоциациями. В структуре растительного покрова пастбищных угодий на полигоне «Бозой» преобладают полынные, терескеновые с участием эфемеров, кустарниковых сообществ на песках. Значительную роль в формировании растительного покрова Шетского полигона приобретают злаковые и полынные травостои при широком участии кустарников – спиреи и караганы. В ходе исследований проведен анализ функциональной зависимости проективного покрытия биоценозов от значений различных вегетационных индексов, вычисленных по данным спектрометрических измерений радиометром FieldSpec. На рис. 1. приведены распределения вегетационных индексов в зависимости от общего проективного покрытия (ОПП).





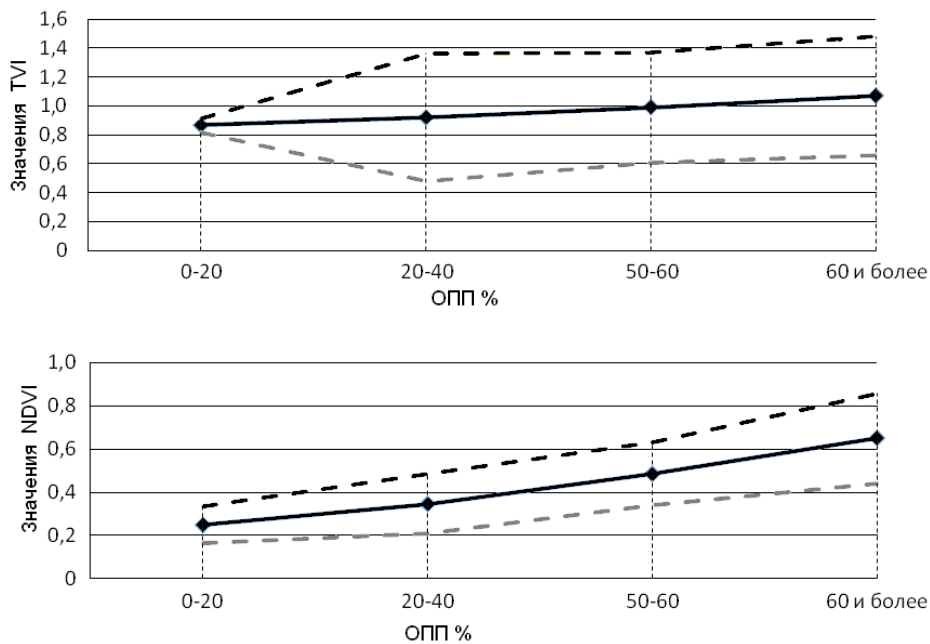


Рис. 1. Значение вегетационных индексов в зависимости от общего проективного покрытия.

Как видно, вегетационные индексы по-разному реагируют на проективное покрытие почвы растительностью. Практически нет чувствительности вегетационных индексов к низким значениям проективного покрытия (до 20 %), за исключением индекса *RED*, эквивалентного коэффициенту отражения в красном диапазоне спектра.

С увеличением проективного покрытия с 20...40 % до 50...60 % вегетационные индексы *NIR*, *IPVI*, *DVI*, *TVI*, *RVI* имеют зависимость нечеткого характера. Из тестируемых индексов наиболее информативным для средней густоты травостоя являются индексы *NDVI* и *SAVI*. Изменение густоты растительности естественных пастбищ с 60 % и более практически все вегетационные индексы активно реагируют на изменение биомассы растений. Таким образом, на основании наших исследований, можно отметить, что для распознавания участков пастбищ с низким проективным покрытием (0...20 %) и соответственно низкой продуктивностью целесообразно применять индекс *RED* в комбинации с индексом *NDVI*. Согласно полученным измерениям величина *RED* выше 0,15 указывает на низкую продуктивность, либо сбитость анализируемых участков пастбищ. Соотношение двух индексов – *RED* и *NDVI* дано на рис. 2.

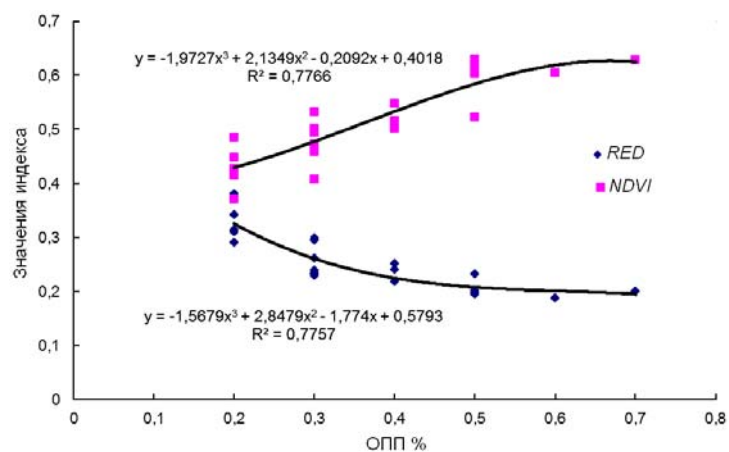


Рис. 2. Значения вегетационных индексов RED и NDVI при различном проективном покрытии почв по наземным данным.

Согласно полученной зависимости по данным наземных наблюдений построено решающее правило определения ОПП по спектральным характеристикам (табл. 2).

Таблица 2

Решающее правило определения ОПП по наземным данным

ОПП, %	NDVI	RED
0...20	< 0,4	> 0,3
20...40	0,4...0,5	0,25...0,3
50...60	0,5...0,65	0,2...0,25
Выше 60	> 0,65	< 0,2

Анализ спутниковых данных. Определение зависимости величины индексов NDVI и SAVI по спутниковым данным проводился по космическим снимкам различного пространственного разрешения – NOAA (1000 м), MODIS (250 м) и LANDSAT (30 м). В работе использованы следующие космические снимки: NOAA/AVHRR за 15.06.2011 г., TERRA/MODIS за 18 и 22.06.2011 г., LANDSAT5/TM за 4.05 и 10.06.2011 г.

Проведенный анализ рассчитанных индексов по спутниковым данным приведен на рис. 3, 4 и 5.

Исследования показали, что наиболее тесная корреляция между степенью проективного покрытия растениями почвы и вегетационными индексами, рассчитанными по спутниковым данным различного пространственного разрешения, выявлена для NDVI и SAVI по данным MODIS. Вследствие низкого пространственного разрешения спутниковые данные NOAA являются мало информативными.

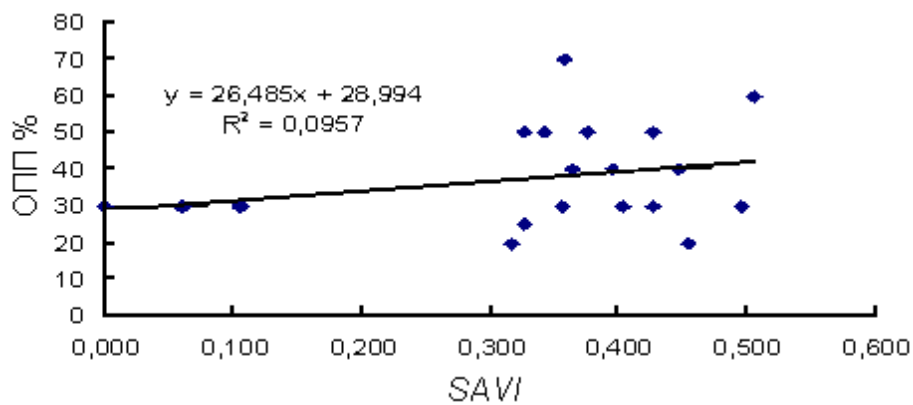
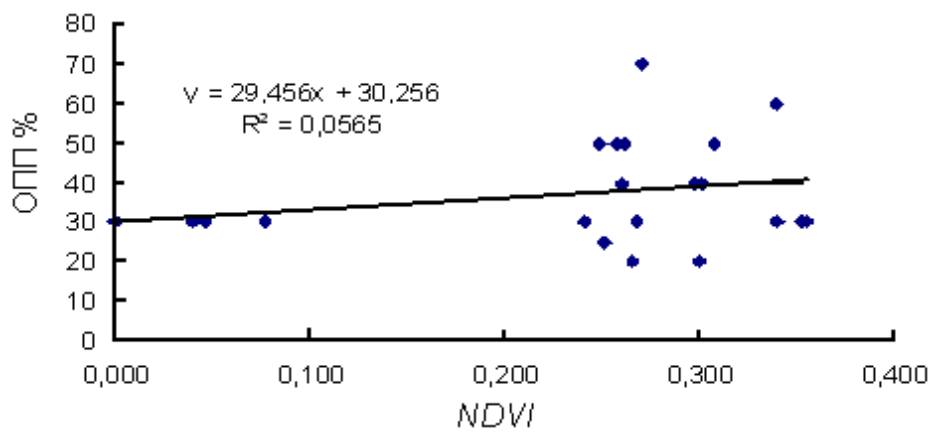
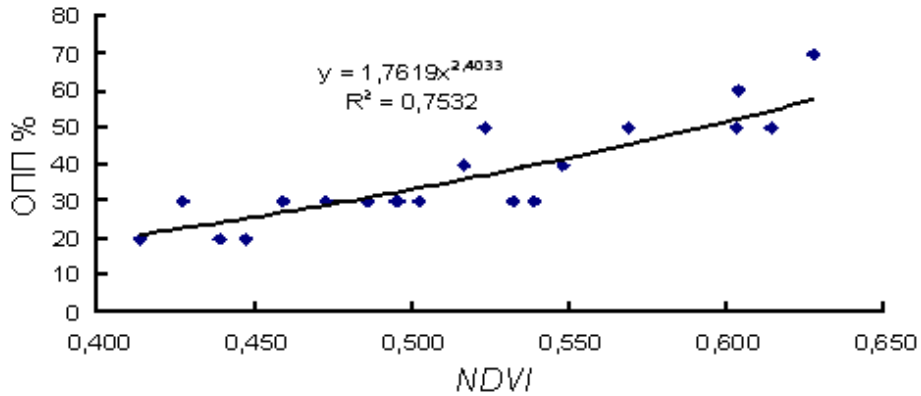


Рис. 3. Вегетационные индексы пастбищ с различным проективным покрытием по снимкам NOAA.



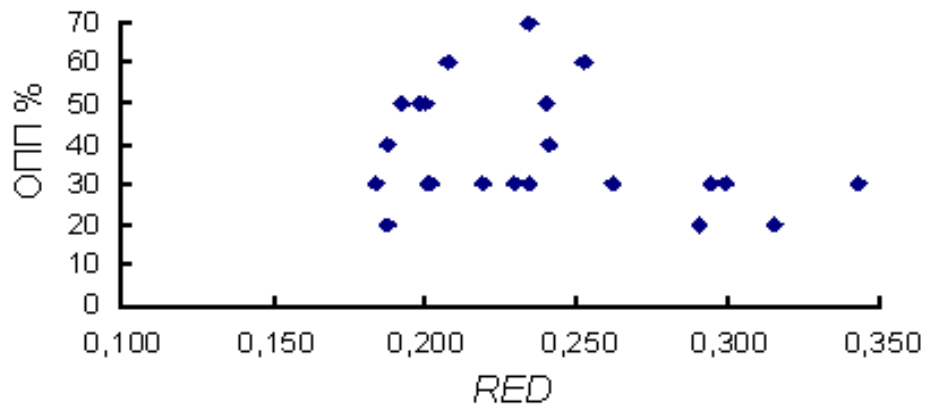
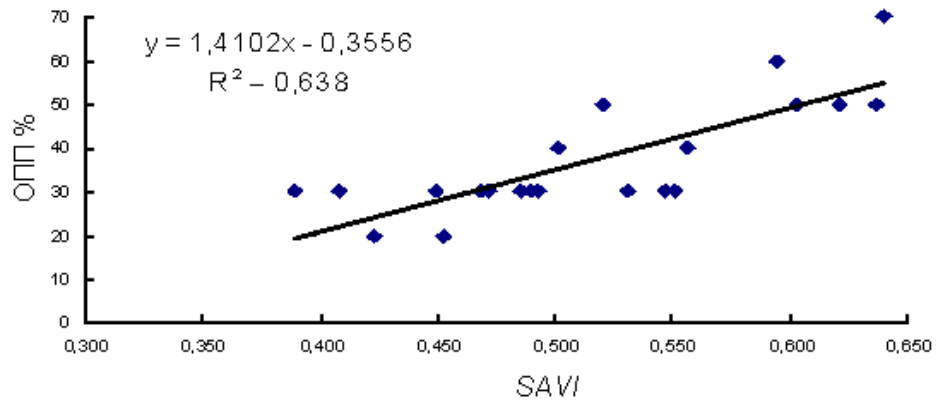
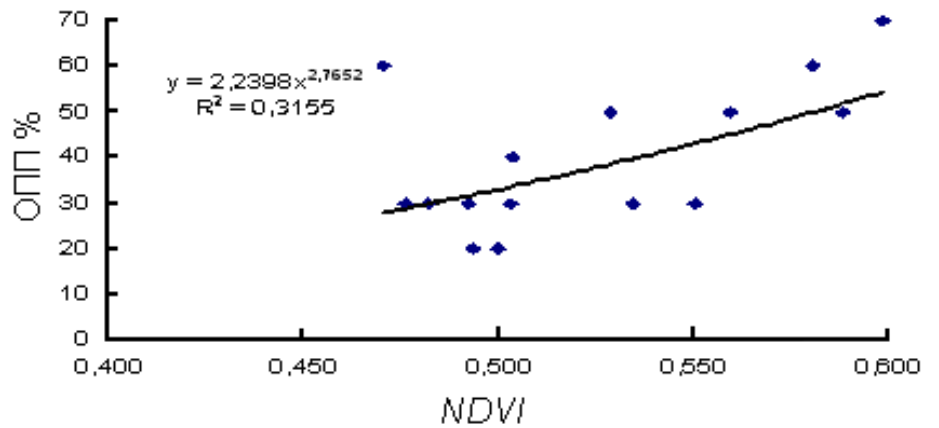


Рис. 4. Вегетационные индексы пастбищ с различным проективным покрытием по снимкам MODIS.



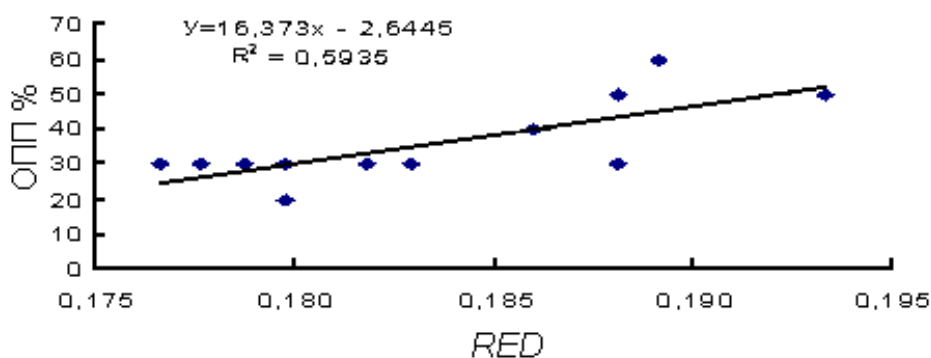
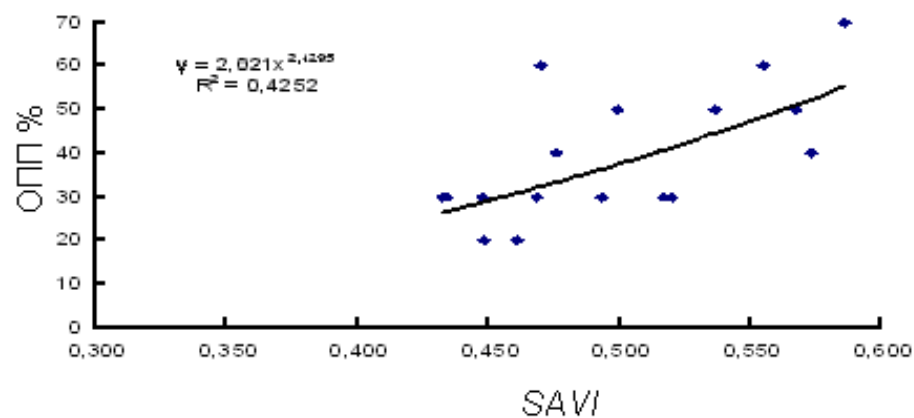


Рис. 5. Вегетационные индексы пастбищ с различным проективным покрытием по снимкам LANDSAT.

Согласно полученной зависимости по спутниковым данным построено решающее правило определения ОПП по спектральным характеристикам (табл. 3).

Таблица 3

Решающее правило определения ОПП по спутниковым данным

ОПП, %	NDVI	RED
0...20	< 0,45	> 0,3
20...40	0,45...0,55	
50...60 и выше	> 0,6	

Таким образом, для распознавания участков пастбищ с низким проективным покрытием (0...20 %), характеризующихся низкой продуктивностью или сбитостью, целесообразно применять пороговое значение 0,3 индекса RED; а для общей характеристики проективного покрытия почвы растительным покровом по спутниковым данным можно использо-

вать вегетационные индексы NDVI и SAVI, рассчитанные по данным MODIS.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байтулин И.О., Бедарева О.М. Выделение продуцирующей площади пустынных пастбищ с использованием материалов космосъемки // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. – Сер. Биологическая и медицинская. – 2007. – № (259). – С. 33-37.
2. Бедарева О.М. Дистанционное определение продуктивности пастбищной растительности Казахстана по спектрам отражения // Информационный бюллетень службы НТИ Казлеспроекта. – Алма-Ата, 1988. – №6. – С. 1-8.

Поступила 6.06 2012 г.

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

ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ ЖОБАЛЫ ЖАБЫНУН АНЫҚТАУ ҮШІН ӘР ТҮРЛІ ВЕГЕТАТИВТІ ИНДЕКСТЕРДІҢ АҚПАРАТТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Биоценоздар жобалы жабынуының, FieldSpec радиметрі арқылы алынған спектрометриялық өзгерістердің мәліметтері бойынша есептелінген әр түрлі вегетативті индекстерден, функционалды тәуелділігіне қорытынды жасалынды. Зерттеулер көрсеткендей, өсімдік пен топырақ жамылғысының жобалы жабылуының және әр түрлі дәлдіктегі серік мәліметтері арқылы алынған вегетативті индекстер арасындағы тығыз корреляция NDVI мен SAVI үшін MODIS мәліметтерінен алынды. Төмен кеңістіктік дәлдіктегі NOAA серігінің мәліметтері аз ақпаратталынған болып саналады.

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина *

Н.К. Султанов *

ОСОБЕННОСТИ ЛЕДООБРАЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, ЛЕДООБРАЗОВАНИЕ, ПЛОЩАДЬ И ТОЛЩИНА ЛЬДА, ЛЕДОВЫЙ ПОКРОВ, ПРИПАЙ, ТОРОШЕНИЕ, НАСЛОЕННЫЙ ЛЕД, СТАМУХА, ДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ**

В статье рассмотрены особенности ледообразования в северо-восточной части Каспийского моря. Приведены характерные даты начала ледообразования и замерзания моря в прибрежной зоне. Описана временная изменчивость общей площади и толщины льда в прибрежной зоне в течение ледового сезона.

Как известно Каспийское море относится к частично замерзающим морям. В его северо-восточной части, как и на всем Северном Каспии ежегодно устанавливается мощный, устойчивый ледяной покров, отличающийся большой динамичностью. Он препятствует нормальному судоходству, способствует разрушению береговых гидротехнических сооружений. Ледовые условия оказывают влияние не только на многие морские отрасли хозяйства, но и на экологическую ситуацию в регионе, например смещение сроков ледовых явлений оказывает влияние на биологические циклы в экосистемах, что отражается в свою очередь на рыбопродуктивности. Кроме того, лед накапливает загрязняющие вещества, способствует их миграции и перераспределению. Помимо этого ледовые условия могут быть опасными. На Северном Каспии к опасным ледовым условиям, прежде всего, относятся такие явления как:

- раннее появление льда в море, вследствие чего повреждается мелкий рыболовный флот и орудия лова, срываются с якорей и уносятся в море навигационные буи;

* Казгидромет, Алматы

- интенсивный дрейф, подвижки, заторы и торошение льда, представляющие опасность для промысловых судов, береговых гидротехнических сооружений. Они снижают скорость движения судов и создают угрозу их посадки на мель в период зимних плаваний;
- быстрое обледенение судов, гидротехнических сооружений и навигационных биев в море и на берегу;
- суровые зимы, когда вся акватория Северного Каспия покрывается толстым неподвижным льдом – припаем. Большой ущерб наносят суровые зимы водоплавающим птицам, остающимся на зимовку на Северном Каспии. На мелководьях происходят заморы рыбы;
- очень мягкие зимы, когда устойчивый ледостав наблюдался очень непродолжительное время. В течение всей зимы на льду фиксируются трещины, разводья, полыньи. Отсутствие сплоченных льдов, может нарушить экологические условия существования каспийского тюленя и привести к массовой гибели (например: зимы 1997...1998 и 2006...2007 гг.).

В северо-восточной части формируется своеобразная для каждого года ледовая обстановка, которая зависит от особенностей атмосферных процессов, развивающихся над морем, степени аномалий термических условий в предзимье и зимой. Поскольку этот район расположен в зоне наибольшей континентальности климата, то холодный период здесь бывает более длительным и большая его часть в это время покрыта неподвижным льдом.

Начало ледообразования также зависит от атмосферных процессов в предзимье, обусловленных сезонной перестройкой барических полей на высотах и у поверхности земли, и в некоторой степени, от притока тепла из средней части моря. Морская станция Пешной в первой декаде ноября начинает фиксировать появление первого льда. Через 1...2 дня образуется первый припай. Самой ранней датой появления льда за последние 30 лет было 6...7 ноября (1988, 1997 и 2011 гг.). Раннее ледообразование происходит в такие годы, когда над Западной Сибирью находится глубокий высотный циклон. Необходимо отметить, что лед раннего ледообразования в виде сала и заберегов неустойчив и с наступлением потепления, подвергаясь тепловым и динамическим воздействиям (ветер, волнение), быстро разрушается. Средняя дата появления первого льда в этом районе моря –

25 ноября, а поздняя – 14 декабря, которая была зафиксирована в 1989 г. Ледообразование начинается с мелководных прибрежных районов, а затем распространяется на мористые районы Каспия. Здесь этот процесс развивается менее интенсивно. В теплые зимы первый лед в этом районе моря может образоваться лишь в конце февраля, а устойчивое ледообразование может не наблюдаться. Средняя дата появления первого льда по данным станции Кулалы, остров – 27 ноября.

Устойчивый ледяной покров, сохраняющийся больше месяца, образуется в среднем через одну-две недели после начала ледообразования. Средняя дата устойчивого ледообразования по данным станции Пешной – 30 ноября, по данным Кулалы, остров – 18 января. В теплые предзимья при чередовании волн холода и тепла охлаждение водных масс протекает менее активно. Сроки устойчивого ледообразования даже у мелководного северного побережья сдвигаются на конец декабря. На остальной акватории Северного Каспия первый в сезоне лед образуется лишь в декабре. Смена периодов с чистой водой и льдом происходит до даты полного замерзания от 5 до 10 раз и только при последующих похолоданиях может наступить полное замерзание. В экстремально теплые предзимья начало ледообразования в Северном Каспии может задерживаться до первой половины января. В такие годы в открытых районах моря с глубинами более 3...5 м наблюдается лишь неустойчивый лед, вынесенный с мелководья. В качестве примера можно привести зиму 2010...2011 гг. В начале первой декады декабря 2010 г. в районе северного побережья Каспийского моря казахстанскими морскими станциями и постами, расположенными в Северном Каспии, были отмечены первые ледовые явления (рис. 1).

Формирование ледового покрова имело затяжной характер из-за повышенного фона температуры воздуха в данном районе, что отчетливо видно на рис. 2. В декабре над Каспием отмечалась ясная погода, сопровождаемая ночным радиационным выхолаживанием. Охлаждение водных масс протекало медленно, устойчивый припай вдоль всего северо-восточного побережья моря установился только с конца первой декады января 2011 г. (рис. 3).

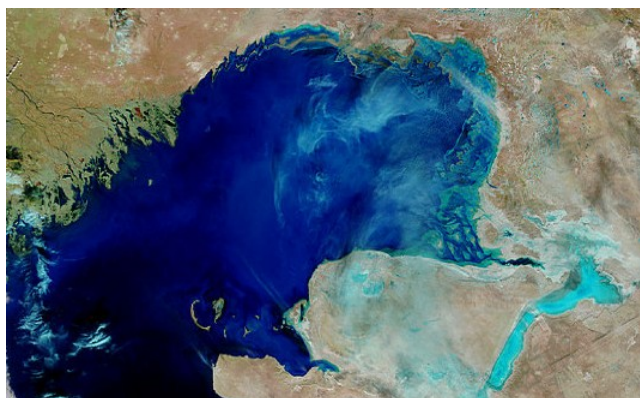


Рис. 1. Первые ледовые явления у северо-восточного и восточного побережья Северного Каспия. Снимок спутника TERRA MODIS за 5 декабря 2010 г.

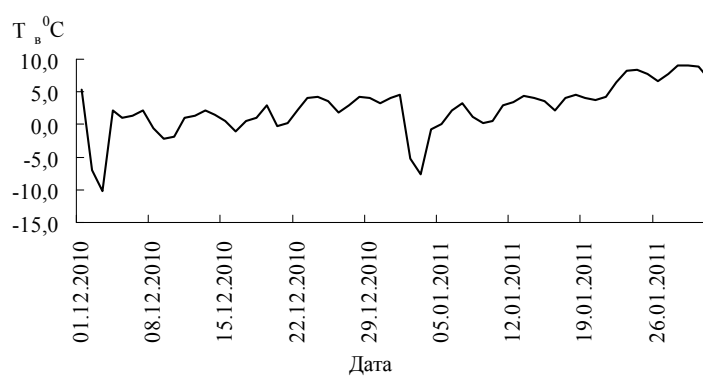


Рис. 2. Ход среднесуточной температуры воздуха по данным М Пешной за период декабрь 2010 г. – январь 2011 г.

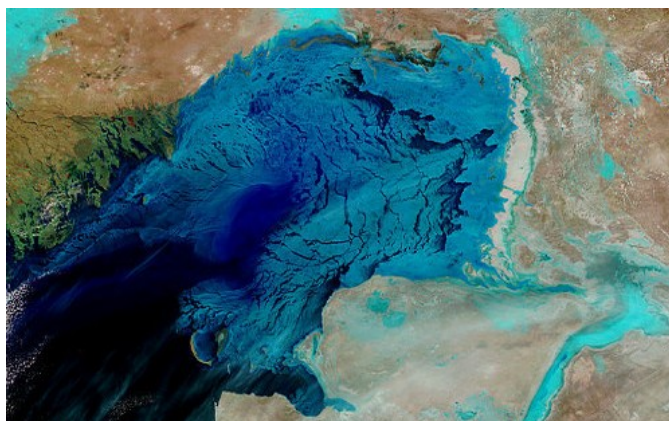


Рис. 3. Установление устойчивого припая у северо-восточного и восточного побережья Северного Каспия. Снимок спутника TERRA MODIS за 11 января 2011 г.

В начале третьей декады января процесс ледообразования достигает центральной глубоководной части Северного Каспия, при этом, по данным МГ Кулалы, остров, в районе станции наблюдалось неоднократное установление припая, шириной более 15 км с последующим полным очищением моря ото льда.

В холодные предзимья с сильными и продолжительными морозами вдоль северо-восточного побережья сразу устанавливается устойчивый ледяной покров. Последующие похолодания приводят к укреплению ледяного покрова, формированию у побережья устойчивого припая и полному замерзанию в аномально ранние сроки. Интенсивное развитие ледовых процессов на мелководье Северного Каспия протекало в экстремально холодное предзимье 1993 г. В первой половине ноября неподвижным льдом было покрыто все мелководное побережье этого района.

Таким образом, ранние и поздние сроки полного и окончательного замерзания северо-восточной части в различные по термическим условиям предзимья отмечаются в широком диапазоне. Первое полное замерзание в мелководном северо-восточном районе в умеренные зимы наступает до начала декабря. Устойчивое замерзание наступает на 10 дней позже. В экстремально холодные зимы (1993...1994, 1997...1998, 2002...2003, 2007...2008, 2011...2012 гг.) припай (полное замерзание) в Северном Каспии устанавливается вслед за началом ледообразования. В такие годы период становления льда не превышает 5...10 дней.

Особое место в формировании ледовых условий принадлежит ветровым воздействиям. Максимальные скорости на Северном Каспии чаще наблюдаются в холодный период года. Их величина колеблется от 22 до 30 м/с. Сильные ветры способствуют взлому припая, преобразовывая его в плавучий лед. При сгонном взломе припая вдоль изобат образуются трещины и разводья, иногда длиною в десятки километров. На краях трещин создаются гряды торосов. В отмелой прибрежной зоне дрейф льда в обычных условиях не происходит. По кромке разводий при подвижках льда отмечается наслоение льда. В результате воздействия льда происходит сдвиг грунтов на этой территории и образование шалыг, отмелей, банок. Кроме того, в районах малых глубин при торосообразовании могут формироваться мощные стамухи, сидящие на грунте. Как показывают исследования П.И. Бухарицина [2-3], район интенсивной торосистости – северные и западные окраины Уральской бороздины и Кулалинский порог. При крупных

нагонах в начале зимы дрейф и торошение льда возможны на прибрежной затопляемой территории восточного побережья.

В зависимости от типа зимы и синоптических процессов, происходящих в течение каждого зимнего сезона, изменяется и размер площади льда. Это отчетливо видно на рис. 4, где представлена временная изменчивость общей площади в течение ледового сезона (от начала ледообразования до максимального развития льда и периода разрушения) для различных в ледовом отношении зим.

Площадь припая, как и общая площадь льда, характеризуется выраженной сезонной изменчивостью с максимумом в середине зимы. Закономерного распределения площади плавучего льда в течение ледового сезона не наблюдается.

В годы с кратковременными затоками холодного воздуха на акваторию моря и чередованием в течение предзимья и зимы волн холода и потеплений наблюдаются неоднократные появления и исчезновение льда, а, следовательно, и резкие колебания его площади. Примером ледовых сезонов с неустойчивым состоянием ледового покрова служат аномально теплые полугодия 1980...1981, 1988...1989, 1999...2000, 2003...2004, 2006...2007, 2010...2011 гг. Как правило, в такие годы площадь плавучего льда оказывается больше площади припая на протяжении всего ледового сезона. Неустойчивое состояние ледового покрова может пагубно влиять на популяцию каспийского тюленя. Такая ситуация сложилась зимой 2006...2007 гг. Характерной особенностью данной зимы являлось то, что в течение всего сезона происходили затоки тепла, что приводило к периодическому разрушению ледового покрова и уменьшению толщины льда. Устойчивый ледостав наблюдался очень непродолжительное время. В течение всей зимы на льду фиксировались трещины, разводья, полыньи. Более или менее устойчивый ледовый покров сформировался только к концу февраля и просуществовал до середины марта, а затем началось весеннее разрушение (см. рис. 4, зима 2006...2007 гг.). По мнению ученых, неблагоприятные ледовые условия послужили своеобразным толчком к развитию инфекции. Поскольку ежегодная смена волосяного покрова, линька и рождение детенышей протекали в аномальном для этого вида животных режиме – не на отдельных льдинах, а в условиях большой скученности на островах и шалыгах восточного мелководья. Слабый лед и сокращенный ледовый период нарушили экологические условия существования вида [4-5].

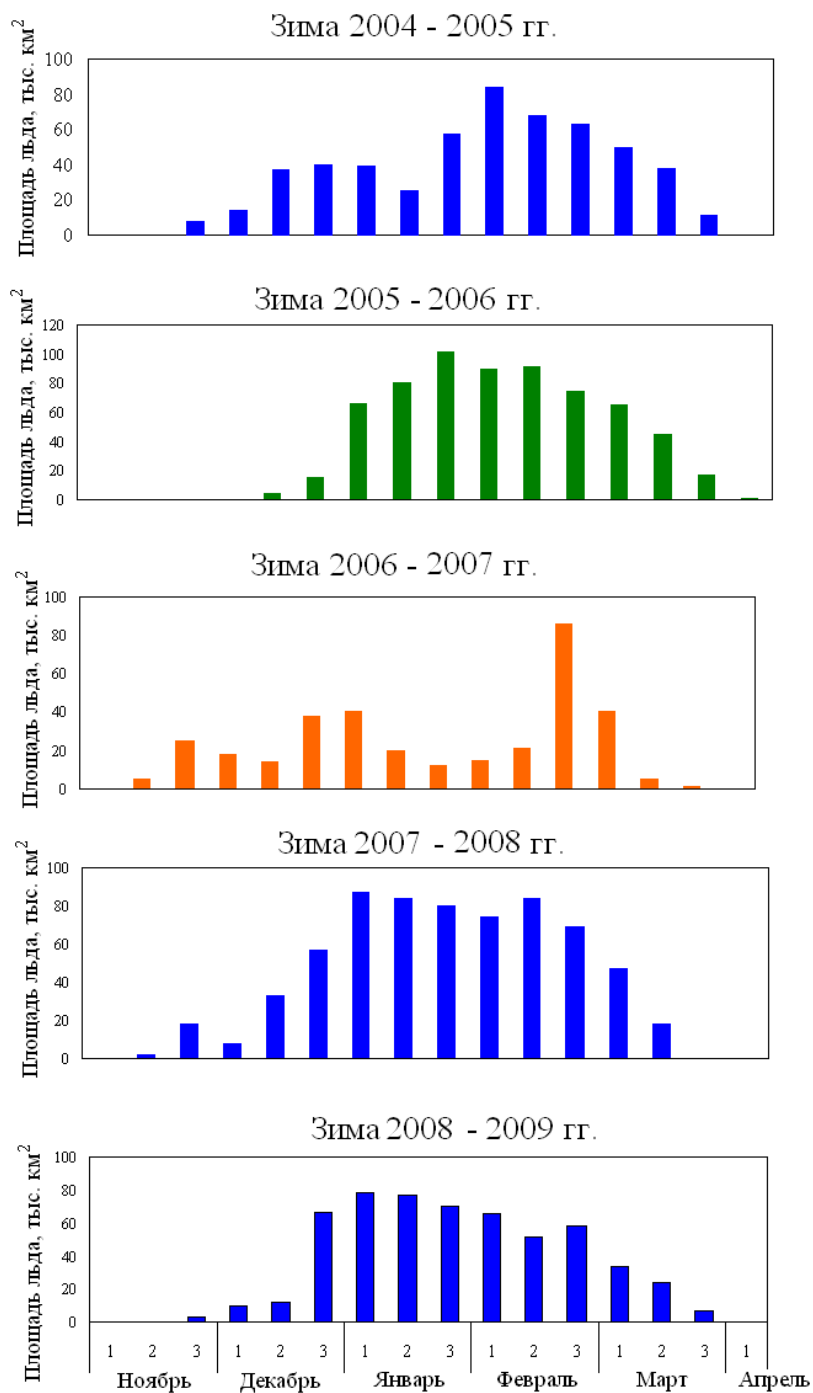


Рис. 4. Площадь льда на Каспийском море в различные зимы (диаграммы построены по данным Российского Государственного учреждения «Планета» (<http://www.planet.ru>)).

Толщина, как и площадь льда Каспийского моря характеризуется значительной изменчивостью в течение зимы и от года к году, а также своей большой неоднородностью по акватории, покрытой льдом. Наибольшей толщины ровный припай формируется в северо-восточном районе моря, где толщина льда в отдельные зимы может составлять 80...100 см и несколько более и по направлению к югу постепенно уменьшается [6]. Определенную роль в неравномерности нарастания и распределения толщины ледового покрова играют атмосферные процессы холодного полугодия, обуславливающие контактный теплообмен на поверхности льда. На рис. 5 показана изменчивость толщины льда в течение зимнего периода конкретных зим по данным М Пешной.

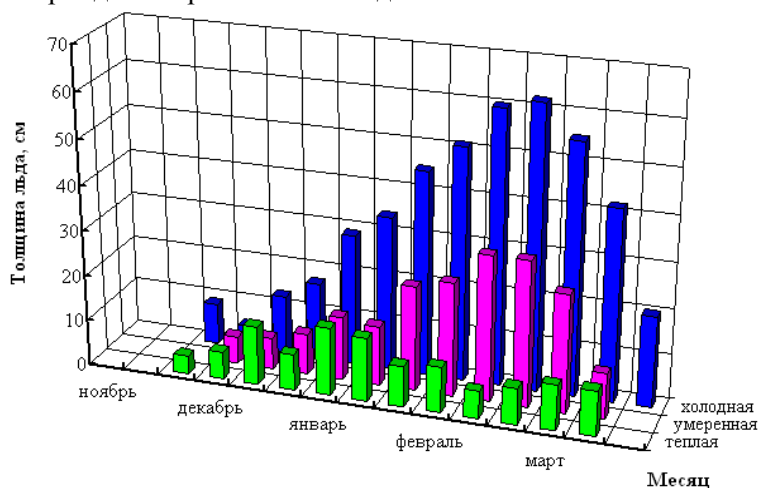


Рис. 5. Толщина льда за конкретные зимы по данным М Пешной. 2007...2008 гг. – холодная зима; 2004...2005 гг. – умеренная зима; 2006...2007 гг. – теплая зима

На рис. 5 отчетливо видно, что приращение толщины льда, особенно в теплые зимы, неравномерно. Интенсивность приращения толщины припая в ледовый сезон ослабевает с увеличением его вертикальных размеров и, как следствие, замедление внутриледного теплообмена. Кроме того, на этот процесс влияет степень заснеженности льда. Необходимо отметить, что в среднем за зиму наблюдается от 1 до 3 случаев резкого изменения ледовитости моря.

Максимальная толщина льда обычно наблюдается в феврале. Однако, в зависимости от гидрометеорологических условий зимы, в отдельные годы максимум может смещаться в сторону более ранних или поздних сроков. Так, в аномально теплые зимы, при чередовании волн холода с

продолжительными оттепелями, припай не получает за ледовый сезон достаточного вертикального развития и максимум отмечается в декабре. Например, зимой 2000...2001 гг. максимальная толщина льда в 23 см у о. Пешного наблюдалась 10 декабря. Столь же ранние сроки установления максимума в 21 см отмечены у острова Кулалы в декабре 1952 г. [1].

В начальный период развития ледового покрова увеличение площади и толщины припая обуславливаются главным образом термическими факторами. Во второй половине ледового сезона усиливается влияние на ледовый покров динамических факторов, обуславливающих взлом припая, сжатие и разрежение льда, а также процессы наслоения и торшения. Наиболее устойчивым к динамическому воздействию (разрушению) оказывается припай, образующийся на мелководье.

Исследования, проведенные Бухарициным П.И. [1, 3], позволили выделить в Северном Каспии зоны устойчивого припая и показали, что при устойчивом и сильном ветре северо-восточной четверти (более 10 м/с) в данном районе образуется заприпайная полынья. Анализ современных космических снимков также позволяет выделить заприпайную полынью в районе Уральской Бороздины (рис. 6).

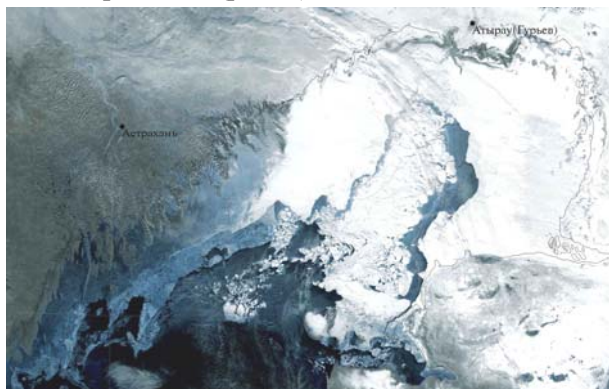


Рис. 6. Заприпайная полынья, зафиксированная на космическом снимке. Цветосинтезированное изображение ледовой обстановки на Каспийском море, 28 января 2009 г. Снимок MODIS TERRA, RGB (ГУ «Планета»).

Исследования Бухарицина П.И. и Беззубикова Л.Г. (2008 г.) показывают, что неподвижный лед в шельфовой зоне Каспийского моря не является классическим припаем, представляющим собой сплошной ледяной покров, примерзающий к берегу и сохраняющийся в течение всей зимы. Необходимо отметить, что космические снимки ежегодно фиксируют взлом припая в северо-восточной части, что является причиной образования мощных торосистых образований.

Таким образом, северо-восточная зона Каспийского моря отличается большим разнообразием ледовых процессов и является серьезным естественным препятствием в осуществлении хозяйственной деятельности и создании реальной угрозы безопасности работ на море.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб: Гидрометеоздат. – 1992. – 359 с.
2. Бухарицын П.И. Расчет и прогноз толщины наслоенного льда в судоходных районах северо-западной части Каспийского моря // Метеорология и гидрология. – 1986. – №4. – С. 87...93.
3. Бухарицын П.И. Особенности процессов торошения ледяного покрова северной части Каспийского моря // Водные ресурсы. – 1984. – № 6. – С. 115...123.
4. Ивкина Н.И., Строева Т.П. Гидрометеорологические условия в районе гибели тюленей на Каспийском море весной 2007 года // Гидрометеорология и экология. – 2007. – N 1. – С. 193...200.
5. Ивкина Н.И., Строева Т.П., Васенина Е.И. Оценка ледовой обстановки в казахстанской части Каспийского моря по данным космических снимков // Материалы Международной научной конференции «Суверенный Казахстан: 15-летний путь развития космической деятельности», Алматы, 4-6 октября 2006 г. – С. 117...119.
6. Шиварева С.П., Соколова Л.М., Васенина Е.И. О ледообразовании в казахстанской части Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 2. – С. 62...73.

Поступила 29.12.2012

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина

Н.К. Султанов

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНДЕГІ МҰЗДЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігіндегі мұздың қалыптасу ерекшеліктері қарастырылған. Жағалау аймақтарындағы мұз қалыптасудың және тоңазудың басталу күндері келтірілген. Жағалау аймақтарында мұздау маусымындағы жалпы ауданның уақытша өзгеріштігі және мұздың қалыңдығы суреттелген.

УДК 556.52.06

Доктор геогр. наук Г.Н. Трофимов*
Н.З. Сагдеев*
А.Я. Исакова*

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАЛЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ (ОПЫТ УПРОЩЕННЫХ РАСЧЕТОВ)

МАЛЫЕ РЕКИ, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ, ОВАЛ, ГИПЕРГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ЗАКОНЫ ДЛИН И ЧИСЕЛ ВОДОТОКОВ

В статье предложен упрощенный способ определения основных морфометрических характеристик малых речных бассейнов при выполнении проектных работ для большого числа рек. Расчет площади бассейна, длины водораздела и горизонталей выполнен по формулам овала. Средняя высота может быть рассчитана с использованием гипергеометрического распределения. Густота речной сети может быть рассчитана с учетом закона длин и чисел водотоков.

Гидрологические расчеты производятся с учетом основных морфологических особенностей водосборных бассейнов [1, 5]. В качестве расчетных параметров используется ряд морфометрических показателей рек и речных бассейнов – площадь бассейна, уклон русла и водосбора, средняя высота бассейна и др. Определение этих показателей по картам крупного масштаба процесс долгий и достаточно трудоемкий. Так, в «Руководстве...» [10] указывается, что «...использование крупномасштабных карт резко увеличивает объем картометрических работ». Особенно это касается проектов протяженных магистралей – дорог, каналов, трубопроводов различного назначения, линий электропередач и т.п., пересекающих русла множества малых рек. Задача многократно усложняется при исследовании нескольких вариантов проектов таких трасс. С учетом сказанного, при относительно несложном строении малых речных бассейнов, нами предложены способы упрощенного и достаточно, на наш взгляд, точного расчета основных морфометрических показателей малых речных бассейнов с использованием самых простых их характеристик. Отметим, что измерение

* Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, г.Ташкент

по картам 1:100 000 масштаба малых площадей обеспечивает погрешность не менее 5 % [10].

Для расчетов выбраны 12 малых (с площадью бассейна менее 100 км²) речных бассейнов – 7 рек Чирчик-Ахангаранского бассейна, 2 реки – Нуратинского хребта и 3 реки – южных склонов хребта Каратепе. Для этих рек по картам масштаба 1:100 000 и по данным Справочника «Основные гидрологические характеристики» [7, 8] определены основные фактические морфометрические параметры бассейнов (табл. 1). Помимо определения стандартных морфометрических характеристик по картам был получен ряд показателей, используемых нами в последующих вычислениях.

Таблица 1
Основные морфометрические характеристики малых речных бассейнов

Река	$L_{басс}$, км	$L_{рус}$, км	$L_{вод}$, км	F , км ²	$i_{рус}$	$i_{басс}$	D , км/км ²	Z_{max} , км	$Z_{уст}$, км	Z_{min} , км	$Z_{ср}$, км
Алтынбельсай	7,6	10,3	28,0	39,1	0,083	0,300	0,870	2,17	2,00	1,18	1,66
Паркентсай	13,4	13,0	32,2	39,7	0,110	0,430	0,426	3,27	2,96	1,18	1,98
Джиблансай	8,5	7,9	21,0	19,0	0,140	0,350	0,568	3,38	3,04	1,32	2,51
Наугарзан	16,4	11,1	47,0	92,8	0,190	0,450	0,750	3,02	2,72	0,60	1,85
Наувалисай	17,6	16,0	47,0	98,0	0,116	0,530	0,704	3,38	2,80	0,92	1,65
Тоганбашисай	7,6	11,7	26,0	17,7	0,220	0,510	0,629	3,56	3,28	1,48	2,26
Каранкуль	6,3	6,8	16,2	15,7	0,120	0,350	1,000	1,95	1,77	0,92	1,38
Сентябсай	10,2	10,1	30,0	59,8	0,100	0,330	0,920	2,13	1,96	0,95	1,49
Маджерумсай	13,6	15,0	36,8	45,7	0,079	0,340	0,737	2,17	1,88	0,85	1,47
Ургутсай	6,6	6,8	23,0	25,1	0,170	0,420	0,800	2,58	1,56	1,09	1,67
Агальксай	15,5	16,5	38,1	70,9	0,068	0,230	0,820	2,02	1,80	0,70	1,58
Сазагансай	9,0	10,1	25,7	26,8	0,110	0,350	1,100	2,00	1,60	0,80	1,45

В расчетах использованы показатели: $L_{басс}$ – длина бассейна (км), B_{max} – максимальная ширина бассейна (км), L_{Bmax} – расстояние от водораздела до наибольшей ширины бассейна (км), $L_{рус}$ – расстояние по прямой от истока до устья реки (км), или высотные отметки: z_{max} – максимальная, $z_{ист}$ – истока реки, $z_{уст}$ – устья реки (км), или замыкающего створа.

Последовательно опишем разработанные методы расчета основных морфометрических характеристик речных бассейнов, предварительно отметив, что наиболее детально этот вопрос изучали Р. Хортон, А. Штралер, Н.А. Ржаницын, Р.А. Нежиховский, И.Н. Гарцман и др., проработки которых нами частично использованы в данной статье [2, 6, 9, 13, 14].

Расчет площади бассейна, распределения ее по высотным зонам и средней высоты бассейна.

Как верно отмечает Р.А. Нежиховский: «за редким исключением зависимость (между длиной и площадью водосбора) представлена степенным выражением $F = k \cdot L^\xi$ » [4]. Он же приводит параметры этой связи для разных районов и параметр k изменяется в 41 раз, а ξ – в 1,7 раза. На основании этих различий делается вывод, что в принципе это соотношение не отражает сущность формирования речных бассейнов.

Нами площадь бассейна (водосбора) вычислялась по формуле овала (эллипса) [8]

$$F = \pi \cdot a \cdot b, \quad (1)$$

где a – большая полуось овала, равная половине длины бассейна ($a = \frac{L_{\text{бас}}}{2}$), b – малая полуось равная половине максимальной ширины

бассейна ($b = \frac{B_{\text{max}}}{2}$). Для примера на (рис. 1) приведены схемы двух смежных речных бассейнов – Сентябсая и Маджерума, отличающихся степенью их округлости (вытянутости).

Фактические и вычисленные по формуле овала площади бассейнов и погрешности вычислений приведены в (табл. 2).

Таблица 2

Вычисленные площади речных бассейнов

Река	a , км	b , км	F , км ²	ΔF , %
Алтынбельсай	3,80	3,10	37,0	-5,4
Паркентсай	6,70	2,20	46,3	16,6
Джиблансай	4,25	1,40	18,7	-1,7
Наугарзан	8,20	4,00	103	11,0
Наувалисай	8,80	3,80	105	7,1
Тоганбашисай	3,80	1,80	21,5	21,3
Каранкуль	3,15	1,80	17,8	13,4
Сентябсай	5,10	4,20	67,3	12,5
Маджерумсай	6,80	2,50	53,4	16,8
Ургутсай	3,30	2,60	26,9	7,3
Агальксай	7,75	3,30	80,3	13,3
Сазагансай	4,50	2,30	32,5	21,3

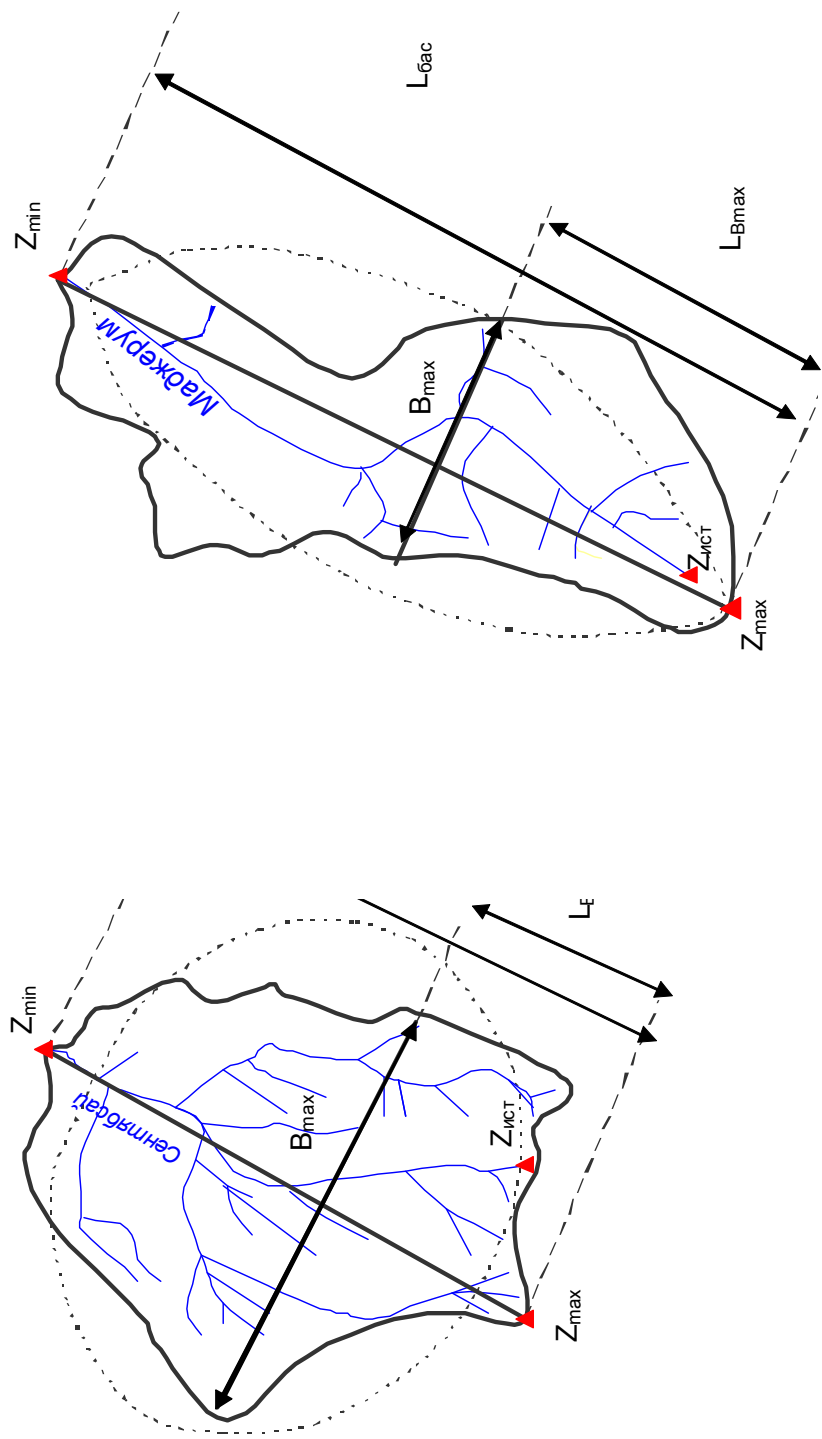


Рис. 1. Схемы бассейнов рр.Сентябсай и Маджерум.

В среднем отклонения рассчитанных площадей водосборов от фактических укладывается в пределы от -3,6 % до +11,7 %.

Важными характеристиками горного речного бассейна служат распределение его площади по высотным зонам (гипсографическая кривая) и средняя высота бассейна $Z_{cp} = \frac{1}{F} \cdot \sum_{i=1}^n Z_i \cdot f_i$, где Z_i – средняя отметка высотных интервалов, f_i – площадь между горизонталями, n – число высотных интервалов [5].

Нами для расчета распределения площади бассейна по высотным зонам использовано гипергеометрическое распределение, являющееся вариантом биномиального распределения:

$$Pn(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}, \quad (2)$$

здесь p – вероятность появления и $q = 1 - p$ – не появления события, C_n^k – число сочетаний из n членов по k . В зависимости от значения p распределение имеет различную форму. Если значение p близко к 0,5 получается симметричная форма графика, при $p > 0,5$ мода распределения сдвигается вправо, при $p < 0,5$ – влево по оси абсцисс. Отметим, что гипергеометрическое распределение применяется для, так называемых «выборок без возврата» [11, 12].

Прежде чем излагать ход дальнейших расчетов отметим, что Б.А. Аполловым была предпринята попытка классифицировать бассейны рек в зависимости от распределения их площадей по высотным зонам [1]. Им были выделены пять типов речных бассейнов: I – бассейны, имеющие наибольшее развитие в средней части; II – бассейны, развитые в верхней части; III – бассейны, развитые в низовой части; IV – бассейны равномерно вытянутые по длине и V – бассейны сужающиеся в средней части. Нами, для оценки места наибольшей концентрации площади бассейна по высоте, использовано отношение расстояния от водораздела до наибольшей ширины бассейна к его общей протяженности $p = \frac{L_{B\max}}{L_{\text{бас}}}$ (рис. 1).

Число высотных интервалов рассчитывалось по выражению $n = \frac{Z_{\max} - Z_{\min}}{h} = \frac{\Delta Z}{h}$, где h – выбранный размер сечений горизонталей (км). В нашем случае $h = 0,2$ км. Расчетные параметры и вычисленные

средние высоты бассейнов приведены в (табл. 3). Среднее отклонение рассчитанных высот от фактических +14,4 %.

Примеры фактического и рассчитанного распределения площади бассейна по высотным зонам для двух рек разных по величине основного расчетного параметра приведены на (рис. 2).

Таблица 3

Средние высоты бассейнов рек

Река	Δz , км	n	p	z_{cp} , км	Δz_{cp} , %
Алтынбельсай	0,99	5,0	0,526	1,74	4,8
Паркентсай	2,09	10,5	0,560	2,53	27,8
Джиблан	2,06	10,3	0,718	2,87	14,3
Наугарзан	2,42	12,1	0,683	2,26	22,2
Наувалисай	2,46	12,3	0,420	1,99	20,6
Тоганбаши	2,08	10,4	0,579	2,56	13,3
Каранкуль	1,03	5,2	0,540	1,45	5,1
Сентябсай	1,18	5,9	0,627	1,74	16,8
Маджерум	1,32	6,6	0,544	1,56	6,1
Ургутсай	1,49	7,5	0,636	2,07	24,0
Агалыксай	1,32	6,6	0,613	1,73	9,5
Сазагансай	1,20	6,0	0,578	1,57	8,3

В ряде случаев требуется вычислять длину водораздельной линии и коэффициент развития водораздела [1, 5]. Напомним, что в качестве коэффициента развития водораздельной линии используется отношение фактической длины водораздела к длине окружности круга, имеющего ту же площадь, что и бассейн реки:

$$m_{вдр} = \frac{L_{вдр}}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot F_{бас}}} \quad (3)$$

Для характеристики формы бассейна нами использован «коэффициент округлости» бассейна, равный отношению максимальной ширины бассейна к его длине:

$$m_{окр} = \frac{B_{max}}{L_{бас}}, \quad (4)$$

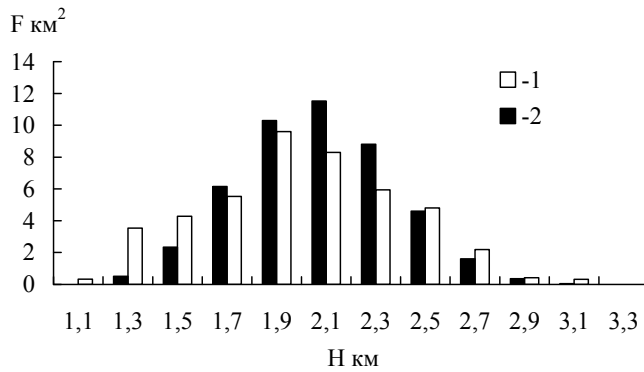
а длина водораздельной линии, вычислялась по формуле периметра овала:

$$L_{овал} = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot \left[1 - \left(\frac{1}{2} \right)^2 \cdot \varepsilon^2 - \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \right)^2 \cdot \frac{\varepsilon^4}{3} - \left(\frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \right)^2 \cdot \frac{\varepsilon^6}{5} - \dots \right], \quad (5)$$

здесь ε – эксцентриситет овала, рассчитываемый по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} \quad (6)$$

А



Б

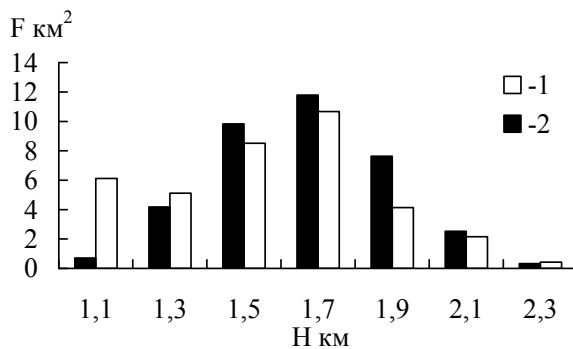


Рис. 2. Распределение площадей бассейнов по высотным зонам.
А – Паркентсай, Б – Алтынбельсай. 1 – фактическое, 2 – расчитанное.

Расчет длины водораздельной линии и коэффициента развития водораздела.

Длина водораздела, а также фактические и расчитанные по формуле периметра овала значения коэффициента водораздела даны в табл. 4.

Как видно (табл. 4), средняя ошибка расчета площади водосбора - 3,6 %...+ 14,0 %, средняя ошибка расчета водораздельной линии около 12 % (максимальная – -28,6 % – Тоганбашисай) и средняя ошибка расчета коэффициента водораздела с применением формулы длины периметра овала -15,8 %.

Расчет густоты речной сети

Одним из важных морфометрических показателей речных бассейнов является густота речной сети, косвенно отражающая стокообразующую и эрозионную (руслоформирующую) деятельность в бассейне реки.

Таблица 4
Вычисленные площади водосборов, длины водораздельной линии и коэффициенты развития водоразделов

Река	Расчетные параметры				F , км ²	ΔF , %	$L_{гор}$, км	$\Delta L_{гор}$, %	Коэффициент водораздела		$\Delta m_{гор}$, %
	a , км	b , км	ε	$m_{гор}$					фактический	по овалу	
Алтынбельсай	3,80	3,10	0,578	0,526	37,0	-5,4	21,7	-22,3	1,26	1,01	-20,2
Паркентсай	6,70	2,20	0,945	0,560	46,3	16,6	31,1	-3,4	1,44	1,29	-10,5
Джиблансай	4,25	1,40	0,944	0,718	18,7	-1,7	19,7	-6,0	1,36	1,29	-5,2
Наугарзан	8,20	4,00	0,873	0,683	103	11,0	40,3	-14,3	1,38	1,12	-18,6
Наувалисай	8,80	3,80	0,902	0,420	105	7,1	42,3	-10,0	1,34	1,16	-13,0
Тоганбашисай	3,80	1,80	0,881	0,579	21,5	21,3	18,6	-28,6	1,74	1,13	-35,2
Каранкуль	3,15	1,80	0,821	0,540	17,8	13,4	16,0	-1,1	1,15	1,07	-7,1
Сентябсай	5,10	4,20	0,567	0,627	67,3	12,5	29,3	-2,3	1,09	1,01	-7,9
Маджерумсай	6,80	2,50	0,930	0,544	53,4	16,8	32,0	-13,1	1,54	1,23	-19,6
Ургутсай	3,30	2,60	0,616	0,636	26,9	7,3	18,6	-19,0	1,30	1,01	-21,9
Агалыксай	7,75	3,30	0,905	0,613	80,3	13,3	37,2	-2,4	1,28	1,17	-8,3
Сазагансай	4,50	2,30	0,860	0,578	32,5	21,3	22,3	-13,2	1,40	1,10	-21,1

Для оценки суммарной длины водотоков всех порядков и, соответственно, густоты речной сети Р. Хортон [10] предложил формулу:

$$\sum L = l_1 \cdot r_b^{s-1} \cdot \frac{\rho^s - 1}{\rho - 1}, \quad (7)$$

где $\sum L$ – суммарная длина всех водотоков, l_1 – средняя длина водотока 1-го порядка, r_b – коэффициент бифуркации, ρ – частное от коэффициента отношения длин водотоков смежных порядков к коэффициенту бифуркации ($\rho = \frac{r_1}{r_b}$), s – порядок главного в системе водотока.

В расчетах мы приняли среднюю длину водотока 1-го порядка 1,0 км (фактическая средняя длина для 12 водотоков равна 1,1 км), а коэффициенты ветвления потоков и длин рассчитаны по зависимости их от эксцентриситета эллипса:

$$r_b = 0,11 \cdot \varepsilon + 3,16, \quad (8)$$

$$r_L = 0,94 \cdot \varepsilon + 1,27. \quad (9)$$

Результаты расчетов густоты речной сети приведены в табл. 5.

Ошибка расчета густоты сети достаточно высока (в среднем +10,5 % и -24,4 %), но учитывая два момента – не учет почвенно-грунтового и геологического строения речных бассейнов и простоту вычислений, полученные результаты расчетов можно признать удовлетворительными.

Расчет средних уклонов русла и бассейна

Уклон русла равен отношению падения реки Δz к его длине $L_{рус}$.

В наших расчетах мы вместо длины реки использовали расстояние по прямой от истока реки до ее устья (закрывающего створа) – $L_{рус}$. Очевидно, при таком подходе мы получаем заниженные значения уклонов русел, т.к. не учитывается извилистость русла. Нами в расчетах коэффициент извилистости русла поставлен в зависимость от эксцентриситета овала:

$$K_u = -0,15 \cdot \varepsilon + 1,24. \quad (10)$$

Средний уклон русла вычислялся по формуле:

$$i_{рус} = \frac{\Delta z}{L_{рус} \cdot K_u}. \quad (11)$$

Фактические и вычисленные коэффициенты извилистости русел и их средние уклоны приведены в табл. 6. Отклонение вычисленных уклонов рек от фактических изменяются от +18,7 % до -20,5 %.

Таблица 5

Расчет густоты речной сети

Река	$\Sigma L_{\text{факт}}, \text{ км}$	$D_{\text{факт}}, \text{ км/км}^2$	Порядок водотока	Расчетные параметры			$\Sigma L_{\text{выч}}, \text{ км}$	$D_{\text{выч}}, \text{ км/км}^2$	$\Delta D, \%$
				Γ_b	Γ_L	ρ			
Алтынбельсай	29,5	0,754	3	3,22	1,81	0,563	19,5	0,528	-30,0
Паркентсай	32,9	0,868	3	3,26	2,16	0,661	22,4	0,483	-44,4
Джиблансай	21,6	1,137	3	3,26	2,16	0,661	22,3	1,196	5,2
Наугарзан	91,0	0,981	4	3,26	2,09	0,642	80,1	0,777	-20,7
Наувалисай	95,2	0,971	4	3,26	2,12	0,650	81,2	0,774	-20,4
Тоганбашисай	21,5	1,215	3	3,26	2,10	0,644	21,8	1,017	-16,3
Каранкуль	15,0	0,955	3	3,25	2,04	0,628	21,4	1,200	25,6
Сентябсай	60,5	1,012	4	3,22	1,80	0,560	68,5	1,019	0,7
Маджерумсай	36,3	0,794	3	3,26	2,14	0,657	22,2	0,417	-47,6
Ургутсай	19,5	0,777	3	3,23	1,85	0,573	19,8	0,735	-5,4
Агалыксай	102,7	1,449	4	3,26	2,12	0,651	81,4	1,013	-30,1
Сазагансай	25,1	0,937	3	3,25	2,08	0,638	21,7	0,667	-28,8

Как известно, расчет средних уклонов бассейнов выполняется по формуле:

$$i_{cp} = \frac{h}{F} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (l_k + l_{k+1}), \quad (12)$$

где l_k и l_{k+1} – длины смежных горизонталей, h – разность отметок смежных горизонталей (сечение рельефа), n – число высотных интервалов.

Таблица 6

Расчет средних уклонов русел

Река	K_u факт	ε	K_u выч	$\Delta K_u, \%$	$i_{рус}$	$\Delta i_{рус}, \%$
Алтынбельсай	1,32	0,578	1,15	-12,7	0,091	9,8
Паркентсай	1,08	0,945	1,10	1,4	0,135	22,8
Джиблансай	1,05	0,944	1,10	4,3	0,209	49,1
Наугарзан	1,13	0,873	1,11	-2,1	0,195	2,7
Наувалисай	1,09	0,902	1,10	1,5	0,116	-0,2
Тоганбашисай	1,19	0,881	1,11	-7,2	0,166	-24,6
Каранкуль	1,17	0,821	1,12	-4,7	0,131	9,3
Сентябсай	1,04	0,567	1,15	10,9	0,090	-9,8
Маджерумсай	1,09	0,930	1,10	0,5	0,068	-13,5
Ургутсай	1,11	0,616	1,15	2,9	0,067	-60,5
Агальксай	1,11	0,905	1,10	-0,9	0,067	-1,0
Сазагансай	1,02	0,860	1,11	8,9	0,073	-33,9

Нами вместо длин горизонталей в расчеты введена половина периметра овала с осями $a' = \frac{B_{cp}}{2}$ и $b' = \frac{l_z}{2}$. Здесь B_{cp} – средняя ширина бассейна $B_{cp} = \frac{F}{L_{бас}}$, а l_z – протяженность высотного интервала, измеряемая по оси бассейна, равная n -ой части длины бассейна $l_z = \frac{L_{бас}}{n}$ (рис. 3).

Также для учета изрезанности поверхности бассейна речной сетью полупериметр овала делился на величину ρ , введенную в расчеты Р. Хортоном. В целом формула для расчета среднего уклона бассейна имеет вид:

$$i_{бас} = \frac{\pi \cdot a' \cdot h \cdot \left[1 - \left(\frac{l}{2} \right)^2 \cdot \varepsilon'^2 \right] \cdot n}{F \cdot \rho}, \quad (13)$$

здесь ε' – новое значение эксцентриситета $\varepsilon' = \frac{\sqrt{a'^2 - b'^2}}{a'}$, h – сечение горизонталей, n – число высотных интервалов, ρ – коэффициент изрезанности бассейна по Р. Хортону, равный отношению длин смежных потоков, деленному на отношение числа смежных потоков.

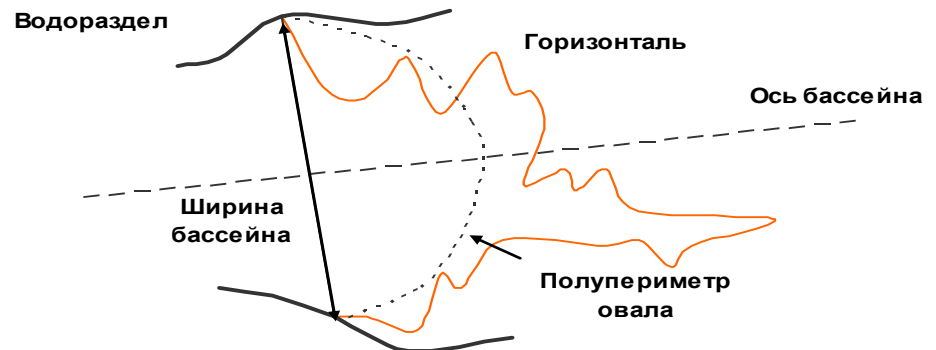


Рис. 3. Схема к расчету «длины» горизонталей по полупериметру овала.

Рассчитанные по формуле (13) величины средних уклонов бассейнов приведены в табл. 7.

Таблица 7

Рассчитанные средние уклоны бассейнов

Река	B_{cp} , км	n	L_z , км	a' , км	b' , км	ε'	$\sum L_z$, км	$i_{выч}$	$\Delta i_{выч}$, %
Алтынбельсай	5,14	4,95	1,54	2,57	0,77	0,954	30,9	0,346	15,3
Паркентсай	2,96	10,5	1,28	1,48	0,64	0,901	38,7	0,282	-34,5
Джиблансай	2,24	10,3	0,83	1,12	0,41	0,929	28,3	0,511	45,9
Наугарзан	5,66	12,1	1,36	2,83	0,68	0,971	82,2	0,286	-36,4
Наувалисай	5,57	12,3	1,43	2,78	0,72	0,966	82,4	0,275	-48,1
Тоганбашисай	2,33	10,4	0,73	1,16	0,37	0,949	29,5	0,489	-4,1
Каранкуль	2,49	5,15	1,22	1,25	0,61	0,871	16,3	0,341	-2,6
Сентябсай	5,86	5,9	1,73	2,93	0,86	0,956	41,9	0,259	-21,5
Маджерумсай	3,36	6,6	2,06	1,68	1,03	0,790	29,4	0,188	-44,7
Ургутсай	3,8	7,45	0,89	1,9	0,44	0,972	34	0,516	22,8
Агальксай	4,57	6,6	2,35	2,29	1,17	0,858	38,7	0,168	-26,8
Сазагансай	2,98	6,0	1,5	1,49	0,75	0,864	22,8	0,254	-27,3

Отклонение вычисленных величин от фактических колеблется в интервале от -27,3 % до +28,0 %.

Как видно из данных табл. 7 для большинства рек вычисленный уклон бассейна меньше фактического, т.к. длина горизонталей практиче-

ски всегда больше длины полупериметра овала. Однако, потеря точности в результате, на наш взгляд, вполне окупается простотой и оперативностью вычислений.

В целом можно констатировать, что использование простых показателей малых речных бассейнов, даже с учетом невысокой точности расчета морфометрических характеристик рек, вполне можно применять на стадии предварительных гидрологических расчетов, например, на стадии составления технико-экономического обоснования (ТЭО) проектов.

При выполнении проектов с учетом большого объема картографических работ, рассмотренный в статье упрощенный способ оценки основных морфометрических характеристик малых рек, дает положительный результат при некоторой потере точности расчетов. Погрешности вычислений площади водосбора, выполненных по формуле овала в среднем -12,8 % (-5,4...+32,4 %), длин водоразделов -12,0 % (-1,1...-28,6 %) и длин горизонталей -47,1 % (-24,6...-66,6 %). Погрешности вычислений средней высоты водосбора по гипергеометрическому распределению в среднем +15,4 % (+4,6...+27,8 %), среднего уклона бассейна от -1,7 – 26,7 % до +6,4 +30,4 %, густоты речной сети от -0,6...-29,1 % до +15,3...52,9 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аполлов Б.А. Учение о реках. – М.: Изд-во МГУ, 1952. – С. 52-83.
2. Гарцман И.Н. Речная сеть и водоносность территории в условиях юга Дальнего Востока. // Тр. ДВНИГМИ. – 1968. – Вып. 27. – С.15-22.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: «Высшая школа», 1977. – С. 66-74.
4. Карасев М.С., Худяков Г.И. Речные системы на примере Дальнего Востока. – М.: Наука, 1984. – 136 с.
5. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология. – М.: «Высшая школа», 1991. – С. 128-130.
6. Нежиховский Р.А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды.- Л.: Гидрометеиздат, 1971.- с. 21-39.
7. Основные гидрологические характеристики. Том 14. Средняя Азия. Выпуск 1. Бассейн Сырдарьи. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 35-39.
8. Основные гидрологические характеристики. Том 14. Средняя Азия. Выпуск 1. Бассейн Амударьи. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 21-24.

9. Ржаницын Н.А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. – Л.: Гидрометеоздат, 1960. – С. 9-41.
10. Руководство по определению гидрографических характеристик картометрическим способом / Под ред. К.П. Воскресенского. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 91 с.
11. Рывкин А.А., Рывкин А.З., Хренов Л.С. Справочник по математике. – М.: «Высшая школа», 1987. – С. 226-228.
12. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики (для технических приложений). – М.: Наука, 1965. – С. 95-103.
13. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. – М.: Изд-во ИЛ, 1948. – С. 28-41.
14. Strahler A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosial topography. // Geol. Soc. Amer. Bull. – 1952. – vol. 63. – P. 1117-1142.

Поступила 20.12.2012

Геогр. ғылымд. докторы Г.Н. Трофимов
 Н.З. Сагдеев
 А.Я. Исакова

КІШІ ӨЗЕН АЛАПТАРЫНЫҢ МОРФОМЕТРИЯЛЫҚ МІНЕЗДЕМЕЛЕРІ (ҚАРАПАЙЫМ ЕСЕПТЕУ ТӘЖІРИБЕСІ)

Мақалада көптеген өзендер үшін жобалық жұмыстарды орындаудағы кіші өзен алаптарының негізгі морфометриялық мінездемелерін анықтаудың қарапайым тәсілі ұсынылған. Алап алаңын, субөлу ұзындығын және көлденеңдерін есептеу сопақша формулаларымен есептелген. Орташа биіктік гипергеометриялық орналастыруды қолданумен есептелген. Өзен жүйесінің тығыздығы агымсу ұзындықтары және саны заңдылықтарын ескере отырып есептелінген.

УДК 614.8.084+504.061.2:69.05(075.8)

Доктор геогр. наук	Б.В. Фащевский *
Доктор техн. наук	М.Ж. Бурлибаев **
Профессор, доктор	К. Опп ***
	Д.М. Бурлибаева ****

**О КОНЦЕПЦИИ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ МЕТОДИКИ
НОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И ПОТЕНЦИАЛЬНО-
СВОБОДНОГО СТОКА РЕК КАЗАХСТАНА**

*ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТОК, ПОТЕНЦИАЛЬНО-СВОБОДНЫЙ СТОК,
РЕЧНАЯ ЭКОСИСТЕМА, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, УРОВЕН-
НЫЙ РЕЖИМ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ТЕМПЕРАТУРНЫЙ
РЕЖИМ, КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ, РЕЧНАЯ ПОЙМА, ЗАТОПЛЕ-
НИЕ, МИНИМАЛЬНО-НЕОБХОДИМЫЙ РАСХОД ВОДЫ, РЕЧНАЯ
ДОЛИНА*

Современное состояние деградации речных экосистем Казахстана показывает, что ныне применяемая на практике методика обоснования минимально-необходимых расходов воды ниже крупных водохранилищ и других гидротехнических сооружений должна быть отменена как антиэкологичная. Поэтому настало время для научного обоснования экологического стока рек ниже крупных водохранилищ и других гидротехнических сооружений, так или иначе предназначенных для регулирования речного стока. При этом экологический сток должен, прежде всего, учитывать интересы восстановления деградированных речных экосистем, тогда как потенциально-свободный сток должен удовлетворять потребности отраслей экономики. В данной статье сделана попытка обосновать методику нормирования экологического и потенциально-свободного стока рек Казахстана.

* Центральный НИИ комплексного использования водных ресурсов МПРООС РБ, г. Минск, Республика Беларусь;

** Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы, Республика Казахстан;

*** Филипс университет, г. Марбург, ФРГ;

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

1. Общие положения

Анализ работ по охране природного комплекса речных долин отечественных и зарубежных исследователей показывает, что водные ресурсы водотоков и водоемов нельзя целиком использовать на нужды отраслей экономики.

Значительную часть их необходимо оставлять в виде экологического стока в речных системах для сохранения экосистем, обеспечивающих воспроизводство ценной водной и околоводной флоры и фауны, - пойменных лугов, лесов, рыбы, водоплавающих и прибрежных птиц, околоводных млекопитающих. В результате возникает острая необходимость в количественной оценке резервируемых в реках водных ресурсов по экологическим критериям.

Как показал анализ современных методов расчета допустимых изъятий речного стока, ни один из них не может быть положен в основу расчета величины экологического стока, так как все эти методы в конечном итоге не защищают природные комплексы от деградации. При оценке экологического стока ниже гидроузлов и водозаборов нами принята методика, разработанная в Центральном научно-исследовательском институте комплексного использования водных ресурсов (под руководством профессора Б.В. Фашевского и с участием профессора М. Бурлибаева). Она базируется на дифференцированном подходе к различным по экологической значимости рекам, согласно приводимой в ней классификации [1, 5, 6]. Методика содержит следующие принципиальные положения:

- экологический сток изменяется в зависимости от водности реального года, а не остается постоянным;

- экологический сток не может быть меньше минимальных расходов воды, наблюдаемых в данном створе за многолетний период.

При обосновании экологического и потенциально-свободного стока считается, что качество речных вод по показателям предельно-допустимой концентрации (ПДК) загрязняющих веществ соответствует нормам рыбохозяйственного и рекреационного использования.

Настоящей методикой предусматриваются:

- затопление поймы на определенное время с соответствующим слоем воды для обеспечения нереста, инкубации икры и нагула мальков фитофильных рыб, поддержания условий обитания водоплавающей и околоводной фауны и воспроизводства кормов для нее, влагозарядки пойменных почв;

- продолжительность стояния воды определенных уровней в летне-осенний период, обеспечивающих миграцию проходных и полупроходных рыб на нерестилища;

- интенсивность подъема и спада уровней весенне-летнего половодья, обеспечивающая необходимые условия своевременного захода и ухода рыбы с пойм;

- температурный режим воды;

- газовый режим в течение всего года, особенно в зимний период и во время ледостава;

- скоростной режим на нерестовых участках рек.

Авторами предпринята попытка использовать вышеизложенные методические принципы для получения научно-обоснованных количественных зависимостей и норм допустимых изъятий стока для основных рек Казахстана, базирующихся на экологической безопасности.

1.1. Методика нормирования экологического и потенциально-свободного стока рек Казахстана (далее – Методика), соответствующая нормативам количества и качества, в границах речных бассейнов и водохозяйственных участков при различных условиях водности года в отношении каждого речного бассейна республики (разработана в целях реализации Экологического Кодекса и Водного Кодекса Республики Казахстан) и обеспечения равновесного развития речных экосистем.

1.2. Настоящая Методика предназначена для использования Министерством охраны окружающей среды РК и Комитетом по водным ресурсам (КВР) и их территориальными органами, уполномоченными органами исполнительной власти РК.

1.3. На основе разработанной Методики должны быть выработаны индивидуальные адаптационные критерии Методики нормирования экологического стока и потенциально-свободного стока рек для каждого речного бассейна Республики Казахстан.

1.4. Нормы потенциально-свободного стока рек (далее – нормы изъятия водных ресурсов из водного объекта), нормы регулирования речного стока и сброса сточных вод (соответствующих нормативам качества в границах речных бассейнов и водохозяйственных участков при различных условиях водности в отношении каждого источника водных ресурсов и сброса сточных

вод) устанавливаются МООС РК и КВР на основе научно обоснованных заключений и заявок уполномоченных органов исполнительной власти на установление норм изъятия водных ресурсов и норм сброса сточных вод, представляемых в соответствующий территориальный орган МООС РК и КВР.

1.5. Территориальные органы МООС РК и КВР, после утверждения ежегодного экологического стока в зависимости от водности реального года, формируют заявки на установление ежегодных норм изъятия водных ресурсов (по целям их использования) и норм сброса сточных вод с учетом заявленных водопотребителями (водопользователями) потребностей в объемах изъятия водных ресурсов и сброса сточных вод, отраженных в договорах водопользования, заключенных и принятых в порядке, установленном водным законодательством, действующих лицензиях на водопотребление (водопользование) и договорах пользования водными объектами, по которым сохраняются права водопользования и потребностей в водных ресурсах при использовании водных объектов, в отношении которых водным законодательством не требуется заключение договора водопользования или принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование, а также потребностей, планируемых с учетом социально-экономического развития региона.

1.6. Потребности в водных ресурсах при использовании водных объектов, в отношении которых водным законодательством не требуется заключение договора водопользования или принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование, предусмотренных Водным Кодексом Республики Казахстан, определяются на основе соответствующих нормативов, а также оценочных расчетов.

1.7. Установление норм изъятия водных ресурсов (по целям их использования) и норм сброса сточных вод осуществляется с учетом ежегодных норм экологического стока, в зависимости от водности реального года и нормативов водопотребления и водоотведения.

1.8. Территориальные органы КВР и МООС РК рассматривают и обобщают заявки на следующий календарный год в отношении каждого водопотребителя (водопользователя) в соответствии с гидрографическим и водохозяйственным районированием в каждом речном бассейне, сведениями о водопользовании, содержащимися в государственном водном реестре и формах государственной статистической отчетности (наблюдения) за использованием воды, све-

дениями об изъятии водных ресурсов для санитарных, экологических и (или) судходных попусков (сбросов), а также данными, полученными в ходе осуществления государственного мониторинга водных объектов.

1.9. МООС РК и КВР на основе обобщенных сведений и предложений, представленных территориальными органами, устанавливает нормы экологического стока для каждого речного бассейна, нормы изъятия водных ресурсов и нормы сброса сточных вод, соответствующих нормативам качества, в границах речных бассейнов и водохозяйственных участков в отношении каждого речного бассейна и доводит их в письменной форме до сведения каждого водопотребителя (водопользователя).

1.10. МООС РК и КВР по согласованию имеют право изменять установленные нормы изъятия водных ресурсов и нормы сброса сточных вод, соответствующих нормативам качества, в границах речных бассейнов и водохозяйственных участков в отношении каждого водопотребителя (водопользователя) в случае ввода корректив в нормы экологического стока, изменения состояния речной экосистемы, гидрологического режима, физико-географических, морфометрических и других особенностей водного объекта, а также при обращении территориальных органов и исполнительной власти о необходимости (с обоснованием) изменения установленных норм.

2. Эколого-гидрологическое нормирование водного режима

2.1. Современное состояние нормирования

В современном международном толковании: «Экологический сток описывает количественные, качественные и временные параметры стока, необходимые для поддержания пресноводных и эстуарных экосистем, а также жизнеобеспечения и благополучия людей от них зависящих».

В настоящее время, как в отечественной, так и зарубежной литературе, отсутствует единое толкование характеристик стока, оставляемого ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов. Различными авторами понятие экологического стока (остаточного стока) ниже гидроузлов и водозаборов определяется по-разному: минимально приемлемые, минимально допустимые, минимально необходимые расходы воды, рыбохозяйственные попуски (расходы воды), сельскохозяйственные, природоохранные, экологические и санитарные. Различная терминология характеризует и крайне различные под-

ходы к определению предельно необходимых расходов воды, оставляемых в реках.

В Руководстве по составлению водохозяйственных балансов, подготовленном Европейской экономической комиссией ООН, минимально необходимые расходы воды рекомендуется назначать с целью удовлетворения двух основных групп потребителей водных ресурсов:

- первая группа включает потребности здравоохранения и охраны природных ресурсов: сохранение санитарных условий в реке, биологического равновесия в водной и окружающей среде, геоморфологии русла и гидрогеологических условий в прибрежных районах, красоты природы и условий рекреации;

- ко второй группе относятся водопользователи: гидроэнергетика, судоходство, водозаборы и другие, для которых также необходим определенный водный режим.

Приоритетом пользуется первая группа, потребности которой удовлетворяются безоговорочно. Потребность второй группы удовлетворяется на основе экономических расчетов. Принцип вычисления основан на априорном представлении о том, что минимально необходимый расход составляет часть характерного для данной реки минимального расхода, наблюдавшегося в течение длительного периода. Коэффициент представляется зависящим от комплекса природных, производственных, социальных и политических факторов и устанавливается местными органами. Такой подход допускает широкую трактовку минимально необходимых расходов, но в целом отвечает основным принципам рационального использования водных ресурсов.

В Методическом руководстве по составлению водохозяйственных балансов и ведению водного кадастра указывается, что страны постсоветского пространства установили для оценки минимально необходимых расходов определенные методические подходы, учитывающие местные условия и гидрологический режим, и отмечается, что, как правило, минимально необходимые расходы принимаются в зависимости от какой-либо расчетной или измеренной характеристики минимального стока рассматриваемой реки.

Характеристики оставляемого в реках стока в целом по странам СНГ не регламентируются, но в ряде республик приняты ведомственные ограничения, не имеющие экологического обоснования. Так, в Казахстане действуют

Временные указания по установлению минимально допустимых расходов воды, которые требуют оставления в руслах рек расходов воды, соответствующих 75 % минимального среднемесячного расхода $P = 95\%$ -й обеспеченности.

Выполненные авторами разработки позволили обосновать методику расчета экологического стока, резервируемого ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов по условиям охраны природы, базирующуюся на оценке взаимосвязи элементов гидрологического режима водотоков, биоценозов поймы и русла. Термин «экологический сток» подразумевает внеэкономический подход. Экологический сток учитывает фазы развития водного режима и включает весеннее половодье, дождевые паводки, летнюю и зимнюю межень. Использовать при этом термин «минимальный» (необходимый, допустимый и т.д.) недопустимо, так как экологический сток (остаточный) весеннего половодья и дождевых паводков в год 25 %-й обеспеченности принимается равным естественному стоку 50 %-й обеспеченности. Экологический сток учитывает весь природный комплекс речных систем – рыбу, луга, дельтовые леса, птиц, млекопитающих, поэтому отпадает необходимость оценивать отдельно сельскохозяйственные, рыбохозяйственные и другие расходы (попуски), обеспечивающие требуемое количество водных ресурсов для охраны природы, необходимые глубины, скорости, затопление поймы и т.д. Что касается охранных нормативов физического, химического и бактериологического загрязнения, то их целесообразно выделить в отдельную группу – санитарный сток. Он обеспечит разбавление загрязненных веществ и патогенных микроорганизмов до предельно допустимых концентраций во все фазы водного режима.

3. Основы экологического нормирования водного режима при антропогенном воздействии

3.1. Эколого-гидрологическое нормирование должно обеспечивать сохранение в водотоках и водоемах не только ценных организмов и популяций (рыбы, млекопитающие, птицы, растительность и др.), но и всего производства органического вещества живыми организмами. Нормативы экологического стока должны обеспечить устойчивое сохранение в реках и озерах первичной (автотрофные растения), вторичной, или промежуточной (зоопланктон, зообентос, земноводные и др.) продуктивности, и конечной продукции – рыбы, околородных млекопитающих, птиц и др. Такое условие может быть достигнуто при обеспечении необходимых гидрологических характеристик –

расходов и уровней воды, скоростей течения, глубин, мутности, газового режима, температуры воды и других, при которых не будет нарушаться нормальный ход круговорота веществ в водотоках и водоемах. Что касается нормативов химического и бактериального загрязнения, то они разработаны в виде предельно допустимых концентраций и предельно допустимых сбросов и вопрос стоит лишь о неуклонном их выдерживании в водотоках и водоемах предприятиями промышленности, сельского и коммунального хозяйств.

3.2. Элементы неживой природы включают речную долину и озерную котловину с пойменными террасами, формирующимися в грунтах земной толщ, с основными элементами их строения (ширина поймы и русла, озерной чаши, глубины, уклоны, площадь живого сечения потока и др.), водную толщу с ее основными физическими (скорость течения, расход воды, объем водной массы озера, плотность, вязкость и температура воды, прозрачность, наносы, ледовые образования и др.) и химическими (ионный состав, минерализация, газовый режим, органические вещества, биогены и др.) свойствами.

3.3. Живая природа, связанная с гидрологическим режимом водотоков, распределена на пойме, в водной толще и на ее поверхности включает: бактерии, водоросли, грибы, высшую водную растительность, луговую и древесно-кустарниковую растительность, беспозвоночных, рыб, земноводных и рептилий, птиц и млекопитающих.

Все эти элементы живой и неживой природы тесно связаны между собой. Поэтому изменение элементов неживой природы (снижение уровней и расходов воды, глубин, скоростей течения, сроков затопления поймы, термического режима и др.) в результате изменения отметок дна русла и пойменных террас (в результате дноуглубительных работ), изменения уклонов водной поверхности (в результате изъятия части стока, создания подпорных сооружений, одамбирования поймы и отчленения ее от основного русла и др.) меняет условия обитания, и численность живой природы. В результате всех этих преобразований изменяется географический ландшафт, формируемый текущими водами.

3.4. Различают количественное истощение водных ресурсов, обусловленное естественными природными процессами – климатическими колебаниями (осадки, испарение) и антропогенным, искусственным воздействием. В связи с тем, что естественные климатические колебания не поддаются управ-

лению, в работе рассматривается лишь количественное истощение и изменение качественных характеристик, обусловленное антропогенным воздействием, под которым понимается уменьшение речного стока в результате регулирования и изъятия водных ресурсов по сравнению с естественным, как внутри года, так и от года к году.

3.5. Важнейшее условие обоснования предельно допустимого истощения речного стока (экологического стока) – обоснование устойчивости и надежности функционирования экосистемы ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов. Основным понятием, обеспечивающим самосохранение и устойчивость экосистем, является понятие гомеостаза. Целостность экологических систем обеспечивается сложной системой прямых и обратных связей. Для каждой био- и экосистемы существует определенная область внешней среды, в которой механизмы взаимодействия обеспечивают гомеостаз системы – неустойчивое равновесное состояние, которое может колебаться около какой-то средней величины, но относительно постоянно. Для речных экосистем это сток весеннего половодья, осенних паводков, летней и зимней межени, температуры воды, а также другие физические и химические свойства.

Как отмечают авторы [7], для всех экосистем существуют предельные минимальные и максимальные значения экологических факторов внешней среды, при выходе за пределы которых гомеостаз не обеспечивается. Вблизи этих границ может существовать неравновесное состояние популяций или экосистемы, которая поддерживается на очень низком уровне и медленно, но неуклонно идет процесс деградации.

В средней части допустимой области существования популяции или экосистемы регулирующие механизмы обеспечивают хороший гомеостаз. Зависимость отдельных элементов внутренней среды от внешних факторов для системы, находящейся в стационарном состоянии, имеет обычно вид кривой с платообразным участком в середине и двумя крутыми участками по краям. Кривые зависимости, переменных внутренней среды от внешних факторов предложено называть гомеостатическими кривыми. Большая часть живых организмов имеет хорошо выраженные гомеостатические свойства по отношению к основным факторам внешней среды, о чем свидетельствует высокая изменчивость характеристик гидрологического режима.

3.6. В качестве характеристики гидрологического режима, как показателя воздействия внешних факторов на элементы живой природы, могут использоваться как отдельные компоненты (объемы весеннего половодья и паводков, продолжительность и высота затопления поймы, уровни весеннего половодья, глубины на нерестовых участках в пойме и в русле, содержание растворенного кислорода в воде в период ледостава и др.), так и комплексные, охватывающие одновременно несколько факторов (например, объем половодья, продолжительность затопления, температуру воды, глубину на нерестовых участках и др.).

Анализ гомеостатических кривых – связи урожайности пойменных лугов, воспроизводства фито- и зоопланктона, донных беспозвоночных, сеголетков рыбы и уловов рыбы со сдвигом на срок достижения промыслового возраста, воспроизводства околородных млекопитающих и птиц с гидрологическими характеристиками – показывает, что для средних и крупных рек минимум продуктивности приходится на очень многоводные и маловодные годы, а по мере приближения к среднему по водности году воспроизводство всех организмов нарастает и достигает максимума.

Исследования динамики развития зоопланктона, показывают, что величина биомассы зоопланктона в пойменных водоемах (они являются основными «производителями» кормов в реках) определяется водностью весеннего половодья. В многоводные годы пойменные водоемы бедны зоопланктоном, благодаря интенсивному и продолжительному смыву его в русла рек. В маловодные годы смыв планктона не происходит, однако и воспроизводится его мало. Средние по водности половодья являются наиболее благоприятными для воспроизводства зоопланктона.

3.7. Для каждого типа луга и вида луговых растений существует определенная оптимальная длительность заливания талыми водами, изменяющаяся по годам из-за различия условий произрастания (температура воды и воздуха, осадки, высота и продолжительность затопления, наносы и др.).

В поймах рек, характеризующихся особо затоплением, наивысший урожай бывает в годы со средней поемностью.

Слабое затопление или незатопление поймы в весенне-летний период приводит к уменьшению площади кормовых угодий и кормовой базы всех видов рыб (так как пойма является основной «фабрикой» кормов всех гидро-

бионтов), что приводит к резкому снижению их воспроизводства. Маловодье осенне-зимнего периода нарушает условия нереста литофильных рыб, особенно в период ледостава отмечаются заморы и перемерзание нерестовых бугров осенне-нерестующих видов.

Отсутствие затопления поймы снижает урожайность луговой растительности и ухудшает условия воспроизводства водоплавающих птиц и млекопитающих (снижение кормовой базы, ухудшение условий гнездования и т.д.).

В многоводные годы кроме нарушения нормального периода вегетации растений и условий гнездования околородных животных за счет продолжительности затопления и формирования высоких скоростей течения на поверхности поймы (что ведет к ее размывам и переотложению наносов) отрицательное влияние оказывает отложение наилка. Наилки могут отрицательно влиять на стоящие в воде растения. Кроме того, в тех случаях, когда растения еще не начали вегетировать, суглинистые и глинистые наилки, подсыхая и твердея, образуют плотную корку, которая препятствует выходу растений на поверхность. В такие годы снижение воспроизводства рыбы происходит за счет нарушения кладок икры как фитофильных видов на пойме, так и литофильных в русле. Увеличение толщины наилка на пойме приводит к занесению кладок икры и снижению воспроизводства рыбы.

В многоводные годы увеличивается содержание в воде взвешенных минеральных веществ, которые попадают на жабры и в пищеварительный аппарат рыб и подавляют их жизнедеятельность. Планктонные организмы в результате засорения их кишечника не перевариваемыми частицами, разрушения взвесью и увлечения в осадок погибают. В маловодные годы прослеживается очень сильное сокращение урожайности молоди за счет уменьшения площадей нерестовых угодий и объема воспроизводства кормов для ихтиофауны. В маловодные годы, когда рыба концентрируется в небольшом объеме воды, большое количество молоди и кладки икры выедается сорной и хищной рыбой. Подобные закономерности отмечены и для рыб, нерестующих в осенне-зимний период – наилучшие условия характерны для средних по водности лет этого периода, а в многоводные и маловодные годы объем их воспроизводства снижается. Анализ литературных материалов по экологии водоплавающих и прибрежных птиц и околородных млекопитающих показывает, что

как многоводные, так и маловодные годы являются неблагоприятными для их воспроизводства. Наилучшие условия создаются в средние по водности годы.

Таким образом, на кривой обеспеченности гидрологических характеристик (объема половодья, сроков затопления, среднего уровня за половодье, глубины межени и др.) выделяются предельные значения величин соответствующей частоты повторения, которые могут быть обозначены как красные линии – $P = 0,1$ и $99,9\%$. Действительно, хорошо известно, что в течение последней 1000 лет необратимых изменений в большей части речных и озерных экосистем в естественных условиях, развития природы (без воздействия человека) не произошло, т.е. имели место катастрофически многоводные и катастрофически маловодные года, очень многоводные и очень маловодные ($P = 5...10$ и $90...95\%$ обеспеченности, повторяющиеся иногда 2 года подряд). Но по мере дальнейшего повторения лет, близких по водности к среднему году ($P = 40...60\%$ обеспеченности), с учетом внутригодового режима экосистема возвращалась в исходное состояние.

В этом случае устойчивость экосистемы, ее гомеостаз обеспечивается ритмическими колебаниями гидрологических характеристик по вертикали (по величине), горизонтали (по времени внутри года) и по частоте (по времени от года к году). Все эти выводы относятся к экосистемам, т.е. взаимосвязи живой и неживой природы.

Однако речные экосистемы играют важную роль в жизни человека и в тех случаях, когда не несут большой нагрузки в части создания благоприятных условий для связанной с ними живой природы, представляя собой особые природные ландшафты, ресурсы воды, энергии, транспортные и санитарные системы. В этом случае их необходимо рассматривать как геосистемы.

3.8. Одним из важнейших параметров, обеспечивающих сохранение реки в устойчивом природном состоянии, является руслоформирующий расход воды. Как показывают выполненные расчеты, для большей части рек руслоформирующие расходы близки к максимумам весеннего половодья $P = 50\%$ -й обеспеченности. При соблюдении этого условия, вертикальная эрозия заменяется боковой и река трансформируется в другую природную геосистему. Для аналитического расчета динамически устойчивой допустимой ширины потока могут быть рекомендованы формулы И.Ф. Карасева [3]:

$$B = 0,85 \left(\frac{Q}{\sqrt{qHI}} \right), \quad (1)$$

где B – ширина реки; Q – расход воды; H – средняя глубина потока; I – уклон; q – ускорение силы тяжести.

$$B \leq \left[\frac{3,65 \cdot H \cdot d}{4} \right] \frac{H}{I} / 2, \quad (2)$$

где d – крупность частиц руслоформирующей фракции наносов.

В формуле (1) характер грунтов учитывается лишь косвенно, через уклон потока, а в формуле (2) устойчивость грунта определяется непосредственно расчетным диаметром частиц наносов.

В целом можно заключить, что устойчивость, или надежность геосистемы оценивается вероятностью ее безотказного функционирования в течение длительного периода времени в определенных граничных условиях. Устойчивость речных геосистем (экосистем) зависит от устойчивости ее отдельных компонентов. В естественной природе надежность функционирования геосистем (экосистем) приближается к 100 %, однако никогда не достигает этой величины, вследствие того, что и в естественной обстановке существуют природные катаклизмы (катастрофы) – землетрясения, селевые паводки, вулканическая деятельность, подвижки ледников, катастрофические засухи и др.

3.9. Устойчивость и надежность эко- и геосистем базируется на вероятностных процессах, описываемых кривыми распределения. Кривая распределения в этом случае описывает некую систему, способную сохранять устойчивость в пределах колебаний от $P = 0,1$ до 99,9 % обеспеченности. Подтверждением тому служат сравнительные данные параметров кривых распределения (обеспеченности), характеризующих речной сток (половодья, паводки, межени), кислородный режим, урожайность лугов, уловы рыбы, урожайность сеголетков рыбы, биомассу и численность зоопланктона, добычу шкурок и др.

Анализ материалов показывает, что относительная дисперсия, выражаемая коэффициентом вариации одного порядка, как для характеристик стока, так и для компонентов живой природы – уловы рыб, урожайность лугов. Однако коэффициенты вариации уловов рыбы и заготовок ондатры (на при-

мере бассейна озера Балхаш) примерно в 2 раза выше коэффициентов вариации характеристик весеннего и межлетнего стоков, что объясняется зависимостью компонентов неживой природы от множества других, кроме стока, факторов среды (температуры воды и воздуха, освещенности, загрязнения и др.), а также биотических воздействий. Для пойменных же луговых ценозов коэффициенты вариации практически совпадают с таковыми для весеннего стока.

Основная особенность экологических систем – большая сложность, обусловленная сочетанием живой и неживой природы. Живые системы от неживых отличаются способностью к самовоспроизведению, включающему ряд этапов (размножение, нагул, рост, половое созревание и др.). Поэтому устойчивость компонентов живой природы определяется кроме динамических факторов неживой природы биотическими особенностями, а именно способностью к сохранению воспроизводительных функций от поколения к поколению.

3.10. Определяют устойчивость экосистем как допустимую (без риска разрушения системы) меру отклонений заданных свойств системы от нормы, вызванную некоторой мерой возмущающих внешних воздействий. В этом определении устойчивость системы устанавливается по отношению к определенному, ограниченному числу выбранных свойств и ряду конкретных, возмущающих воздействий среды. Устойчивость экосистем определяется по мере отклонения от нормы заданных свойств (например, нерестовых глубин и скоростей течения), вызванных возмущающей силой внешнего воздействия. Такой подход позволяет положить в основу количественных оценок устойчивости сопоставление; с одной стороны, меру допустимых отклонений заданных свойств от нормы, а с другой – меру возмущающих воздействий. Область устойчивости, таким образом, определяется мерой отклонений, которые могут быть ликвидированы самой экосистемой, в результате чего она может вернуться в исходное состояние.

Представляется целесообразным оценить область устойчивости отдельных компонентов живой природы на основе совместного анализа гомеостатических кривых и кривых распределения вероятностей возмущающих факторов, в данном случае – характеристик стока в различные фазы водного режима. Нижний предел допустимых изменений может расцениваться по степени равноущербности компонентам живой природы в расчетные по водности годы. Известно, что в период весеннего половодья в годы $P = 95\%$ -й обеспе-

ченности поймы большинства рек не затапливаются. Аналогичная картина наблюдается в половодье и в годы $P = 99$ %-й обеспеченности.

Верхний предел, как показано выше, соответствует $P = 40 \dots 60$ %-й обеспеченности стока (весеннего, меженного и паводков), т.е. максимум воспроизводства может быть принят равным стоку 50 %-й обеспеченности. Встает вопрос, к какой же повторяемости отнести гидрографы естественного стока $P = 50$ %-й обеспеченности, соответствующие годовому объему стока, на кривой обеспеченности годового экологического стока. Выполненные машинные эксперименты при отнесении характеристик естественного стока (весеннего и меженного) к $P = 50$ -, 33-, 25- и 20 %-й обеспеченности экологического стока показывают, что полная компенсация ущерба основным компонентам речных экосистем – рыбе и лугам (по которым имеются достаточно длительные ряды наблюдений) в маловодную фазу (зона кривой обеспеченности экологического стока менее $P = 50$ %) отмечается при принятии $P = 25$ %-й обеспеченности за счет срезки высокого стока в многоводную фазу – зона кривой от 50 %-й обеспеченности и выше. Это соотношение и принято для дальнейших расчетов, хотя без возможности многолетнего регулирования и больших объемов безвозвратного изъятия оно может считаться идеализированным. Однако следует подчеркнуть, что в зоне маловодной фазы все эти ординаты стока при принятии $P = 33$ -, 25- и 20 %-й обеспеченности разнятся, не более чем на 10...15 %, и находятся в пределах точности исходных данных. Основные расхождения отмечаются в зоне кривой выше $P = 50$ %-й обеспеченности.

Выполненные нами разработки позволили получить важные выводы об устойчивости речных экосистем, включая одновременно элементы живой и неживой природы:

- речной сток, оставляемый ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов для охраны природы, несет большую смысловую нагрузку, чем только количество воды. С изменением водности меняются многие физические и химические характеристики. Поэтому экологический сток, описываемый гидрографами, служит комплексным показателем, учитывающим все гидрологические характеристики (термика, растворенные и взвешенные наносы, кислородный режим и др.).

- оставляемый ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов сток по условиям охраны природы не может приниматься постоянной ве-

личиною (тем более равным величине меженного стока $P = 95$ %-й обеспеченности), а изменяется по величине расходов воды от определенного минимума до определенного максимума; по времени внутри года, соответствуя типовым схемам внутригодичного распределения стока, приближающегося к естественному режиму в годы данной водности; по частоте или повторяемости годового стока, приближаясь в определенных пределах также к естественным природным колебаниям.

3.11. Как было уже сказано, решающую роль в экологической значимости рек играет коэффициент развитости (K_p) поймы. На его основе все реки страны типизированы на 3 группы:

- с высокой экологической значимостью – с развитой поймой ($K_p > 5$), сток которых определяет нормальное функционирование экосистем внутренних морей и озер;
- со средней экологической значимостью – со среднеразвитой поймой ($2 < K_p < 5$);
- с низкой экологической значимостью – с неразвитой поймой ($K_p < 2$).

Следует также указать, что в засушливых районах страны нижние участки многих рек (как правило, дельтовые участки), стекающих с гор, никуда не впадают и теряются в песках в процессе естественного истощения. Их экологический сток оценивается только на выходе из гор, а оставшаяся часть водных ресурсов должна распределяться на основе экономических расчетов.

3.12. Для практических расчетов экологического стока рекомендуется следующая схема:

- статистический диапазон колебаний характеристик стока определяется (с целью некоторого запаса по условиям охраны природы) не в области $P = 0,1$ - и $99,9$ %-й, а в области $P = 1,0$ и $99,0$ -й обеспеченности;
- нижний предел экологического стока описывается гидрографами естественного стока $P = 99$ %-й обеспеченности, т.е. вековыми запасами водных ресурсов в речной экосистеме;
- верхний предел экологического стока для средних и крупных рек описывается гидрографами $P = 50$ %-й обеспеченности, т.е. в годы, когда наблюдается максимум воспроизводства живой природы (луга, рыба и

др.), а руслоформирующий расход половодья, обеспечивающий сохранение реки как устойчивой ландшафтной единицы, для большей части равнинных рек соответствует $P = 50$ %-й обеспеченности;

- выполняется расчет значений естественного годового стока различной обеспеченности и выборка соответствующих значений стока расчетной обеспеченности ($P = 99$ и 50 % для средних и крупных рек);
- учитывая примерно равную ущербность экосистемам в очень маловодные годы $P = 99$ - и 95 %-й обеспеченности, величина экологического стока в год $P = 95$ %-й обеспеченности принимается равной естественному стоку (описываемому гидрографом) $P = 99$ %-й обеспеченности.
- величина естественного годового стока $P = 50$ %-й обеспеченности принимается равной экологическому стоку $P = 25$ %-й обеспеченности. По двум точкам проводится логнормальная кривая, позволяющая получить весь диапазон расчетных значений стока (весеннего, меженного и паводков, соответственно и годового);
- на основе матриц естественного среднемесячного стока рассчитывается его внутригодовое распределение в годы различной обеспеченности (В. Мокляк) [4] или, при коротких рядах наблюдений, по распределению реальных лет. Относительное (в долях от единицы) расчетное внутригодовое распределение экологического стока принимается равным распределению естественного стока той же смежной обеспеченности ($P = 95 \dots 99$ %, $P = 85 \dots 95$ % и т.д.). Путем умножения годового экологического стока $\left[\sum_1^{12} q \right]$ на относительную величину месячного стока можно получить внутригодовое распределение экологического стока в годы различной обеспеченности для рек с высокой экологической значимостью;
- для рек со средней экологической значимостью допускается в месячные величины стока вводить коэффициент снижения, учитывающий внутригодовую зарегулированность стока (Фашевский, Бурлибаев) [1]:

$$\delta = 1 - \frac{Q_{95\%}^{\min}}{Q_{95\%}^{\max}}, \quad (3)$$

где δ – коэффициент снижения стока; $Q_{95\%}^{\min}$ и $Q_{95\%}^{\max}$ – соответственно минимальный и максимальный среднемесячный расход воды года 95 %-й обеспеченности.

Введение такого коэффициента снижает величину экологического стока (в среднем на 5...10 %), и позволяет использовать для нужд отраслей экономики больше воды из рек, имеющих большую естественную зарегулированность. Для рек с низкой экологической значимостью, кроме того, во все месяцы, за исключением весеннего половодья, сток принимается равным минимальным межженным стокам данной расчетной обеспеченности (10, 25, 50, 75, 95 %). Если в реках со средней и низкой экологической значимостью обитают полупроходные и проходные рыбы, то осенне-зимние и зимне-весенние экологические расходы воды назначаются в соответствии с рекомендациями для рек с высокой экологической значимостью. Учитывая, что в большей части рек, не перегороженных плотинами, обитают проходные и полупроходные рыбы, снижение расходов внутри года проводится только в теплый период года.

На основе рассмотренного алгоритма составлена программа, где в автоматизированном режиме рассчитываются параметры кривых обеспеченности годового естественного стока и годового экологического стока, по разности ординат которых определяются величины свободного годового стока (изъятие водных ресурсов) различной обеспеченности. Кроме того, в виде выходной информации выдаются таблицы внутригодового распределения естественного, экологического и свободного стоков в помесечном разрезе для лет с $P = 10$ -, 25-, 50-, 75- и 95 %-й обеспеченностями.

На основе рассчитанных величин годового экологического стока строились связи экологического стока различной обеспеченности (95, 75, 50 и 25 %) и естественного стока 50 %-й обеспеченности. На основе графических связей получены региональные зависимости вида:

$$W_{\text{эк}}^{P\%} = \alpha \cdot W_{\text{ест}}^{P\%}, \quad (4)$$

где $W_{\text{эк}}^{P\%}$ – расчетные значения годового экологического стока; α – коэффициент перехода от нормы естественного стока к экологическому расчетной обеспеченности; $W_{\text{ест}}^{P\%}$ – естественный годовой сток $P = 50$ %-й обеспеченности.

4. Обоснование объёма и режима допустимого изъятия стока из водоисточника

4.1. Задача данного подраздела состоит в том, чтобы разработать методику определения возможных объёмов и режима изъятия стока из открытых водотоков в различных условиях, встречающихся в разнообразных водохозяйственных системах. Многие факторы определяют величину водоотбора: это экологические, санитарно-экологические условия, определяющие экологический сток реки; степень внутримесячной (декадной, суточной) неравномерности; тип водозаборных устройств.

По каждому из названных направлений имеется определенная методология, которая четко представлена в решении отдельных вопросов, либо приближенными оценками, либо практически не освещена в литературе. Так, например, определение возможного изъятия стока в условиях бесплотинного водозабора не имеет сколько-нибудь обоснованной методики. На стадии постановки задачи необходимо обозначить существующее состояние проблемы по затронутым направлениям, остановившись более подробно на подходах к назначению тех или иных попусков и смежным вопросом – определения допустимого изъятия стока.

4.2. Методологические основы расчета «экологического стока» резервируемого ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов в соответствии с требованиями охраны природы впервые приводились в работах Б.В. Фащевского и М.Ж. Бурлибаева [1, 5, 6]. Они утверждают, что необходимо охватить взаимосвязь компонентов живой и неживой природы для научного обоснования допустимой степени регулирования и изъятия водных ресурсов, то есть динамику гидрологического режима, урожайности пойменных лугов, рыбных запасов и т.д. На контрольных створах и участках основных водоисточников во всех фазах водного режима (половодье, паводок, межень) необходимо вести наблюдения за млекопитающими, бактериями, высшей водной и околоводной растительностью и т.д., а также за сроками вегетации различных видов растительности, нереста рыб, размножения млекопитающих и других видов.

4.3. В настоящее время по уровню антропогенной трансформированности водных экосистем условно выделяется четыре типа состояния, обусловленных соответствующей величиной нагрузки:

- экологически безопасное состояние – ситуация, при которой вследствие экзогенных и эндогенных процессов природного или антропогенного характера происходят изменения структурно-функциональной организации экосистемы в пределах границ толерантности естественной стадии гидрогенеза;
- состояние экологического риска – ситуация, при которой вследствие экзогенных и эндогенных процессов природного или антропогенного характера происходят изменения естественного механизма саморегуляции в сторону перехода на качественно новый уровень самоорганизации. При этом возможен возврат речной экосистемы в исходное состояние путем снятия фактора воздействия до уровня ниже критического;
- кризисное состояние – ситуация, при которой вследствие экзогенных процессов природного или антропогенного характера происходит выход речной экосистемы за пределы гомеостаза, при этом нарушаются механизмы саморегуляции, отмечаются деструктивные изменения структурно-функциональной организации. При этом возврат для этих речных экосистем в исходное состояние естественным путем невозможен;
- состояние экологической катастрофы – ситуация, при которой вследствие экзогенных процессов природного или антропогенного характера происходит разрушение структурно-функциональной организации речной экосистемы, это приводит к гибели биокосного водного тела. При этом возврат речной экосистемы в исходное состояние естественным путем или принудительной рекультивацией невозможен.

4.4. При оценке экологически допустимого безвозвратного изъятия стока рек необходимо исходить из основной предпосылки – сохранения экологически безопасного и устойчивого состояния водной экосистемы, когда изменения структурно-функциональной организации происходят в пределах границ толерантности естественной стадии гидрогенеза, и не подрывают способность природного комплекса к самоочищению, саморегуляции и самовозобновлению. Следовательно, экологически безопасная нагрузка – это допустимая доза воздействия экзогенных факторов, не приводящая к выходу речной экосистемы за границы параметров при неограниченном времени воздействия.

4.5. Основными критериями нормирования безвозвратного изъятия речного стока для водных объектов или отдельных их участков по воспроиз-

водству ценных рыб и пойменной растительности, являются показатели, характеризующие эффективность воспроизводства рыб и биопродуктивность пойменных лугов. Вместе с этим используются данные режимных наблюдений по уровню развития донных и планктонных животных и растений для малых рек и водоёмов. Состояние водной экосистемы характеризуется рядом экологических критериев и базовых показателей.

Экологический критерий – это показатель (признак), на основании которого производится оценка состояния водной экосистемы и её компонентов.

Параметр – это величина, характеризующая количественное значение показателя (признака). При разработке норм предельно допустимого изъятия (ПДИ), экологического стока (ЭС), в качестве основных параметров используются: расход, сток и уровни воды, а также их внутригодовое распределение (гидрограф) в годы различной обеспеченности; сроки весеннего половодья и паводков; площадь затопления пойм и дельты; характеристики водного режима русловых и пойменных нерестилищ (температура, скорости течения и т.д.); уровенный режим, солёность вод, площади нагула молоди и взрослых особей рыб и т.д.; видовой состав, численность и биомасса планктонных и донных организмов запасы и уловы промысловых рыб, характеристика численности молоди разных особей.

4.6. При учете качества загрязнения водного объекта, с учетом действующего законодательства, качество воды должно отвечать нормативным требованиям. Этот фактор на современном уровне якобы учитывается в виде санитарного попуска (минимально необходимых расходов воды), обеспечивающего нормативные концентрации загрязняющих веществ в заданном створе. Если для поддержания нормативного качества воды требования оказываются жестче, чем требования к объему ПДИ и ЭС, последние принимают в соответствии с требованиями, обеспечивающими нормативное качество.

4.7. В.Г. Дубинина предложила два варианта определения критических расходов для установления ПДИ [2]:

- метод на основе связей биологических и гидрологических характеристик состояния экосистем;

- метод на основе критических экологических параметров, основанных на использовании косвенных характеристик состояния экосистем.

4.8. В основу методик В.Г. Дубининой входят модельные исследования влияния речного стока на воспроизводство популяции рыб в бассейнах рек. В данном случае критерий оценки экологически допустимого безвозвратного изъятия речного стока – это показатели качества поколений и динамика численности или возврат основных промысловых рыб. Также основой метода считаются графоаналитические однофакторные зависимости нелинейного и в крайних случаях линейного видов, результаты многофакторного регрессивного анализа показателей биопродуктивности экосистем от гидрологических характеристик речного стока по данным непосредственных наблюдений в различных бассейнах рек.

4.9. Нормативы предельно допустимого экологически безопасного безвозвратного изъятия речного стока устанавливается дифференцированно для каждого водного объекта в разных створах.

Этот метод применим для рек и их участков, имеющих многолетние данные по ведущим параметрам гидрологического режима и различными показателями биопродуктивности водных и околоводных экосистем. В.Г. Дубинина считает этот метод основным для водных объектов, имеющих важное значение для воспроизводства ценных пород рыб. При выяснении относительной роли отдельных факторов в формировании сложных процессов и построении количественных многопараметрических зависимостей может быть выполнен метод, основанный на регрессивном анализе однофакторных зависимостей линейного и нелинейного видов или многофакторным регрессионным анализом.

4.10. При отсутствии количественных зависимостей различных видов антропогенного воздействия на водные экосистемы при нормировании безвозвратного изъятия речного стока и расчете экологического стока, рекомендуется использовать второй метод. В основе его лежит метод И.П. Герасимова о наличии в сложных динамических природно-географических структурах определённых «опорных механизмов», контролирующих прямые и обратные связи между различными компонентами среды. При наличии в «опорных механизмах» элементов гидрологического режима, относительно которых центрированы отдельные экосистемы, что позволяет контролировать состояние этих экосистем и управлять ими.

Для водотоков экологически значимый элемент гидрологического режима – это скорость воды в потоке; для дельтовых озёр – это уровень солёности воды. Также при нормировании безвозвратного изъятия речного стока учитывают экологические требования к естественному размножению рыб на русловых, пойменных и лиманных нерестилищах.

Экологические требования предполагают обеспечение следующих условий: объемов стока, которые достаточны для прохождения рыб к местам нереста в период массового нерестового хода; продолжительности затопления нерестилищ; объемов стока, достаточных для затопления необходимых площадей пойменных нерестилищ в требуемые сроки и с соответствующей температурой; объемов стока, гарантирующих скат молоди с пойменных нерестилищ в реку; состояние русла реки и поймы; сохранение функций самоочищения водных экосистем.

На основании изложенного метода определяют параметры гидрологического режима, при которых создаются «критические» условия для естественного размножения рыб. Из этого следует, что в данном методе учитывается ещё и санитарная функция реки, а не только экологическая.

4.11. Примеры расчета экологического стока рек при наличии рядов наблюдений за гидрологическим режимом.

Расчеты по определению гарантированной величины экологического стока рек Казахстана нами проводились для двух вариантов:

- при наличии гидрологического ряда наблюдений за стоком рек;
- при отсутствии (недостаточности) стокового ряда.

Ниже представлена последовательность выполнения аналитических и расчетных работ, позволивших обосновать объем экологического стока. Согласно методике для этих расчетных створов оценивались коэффициенты развитости поймы и продолжительность ее затопления для определения и отнесения реки к тому или иному типу гидролого-экологической классификации, приводимой в методике Фашевского Б.В. и Бурлибаева М.Ж. При этом на основе топографических материалов были уточнены отметки затопления поймы, в результате чего получается средневзвешенный коэффициент развитости поймы р. Жайык (Урал) ($K_p = 8,20$) при средней продолжительности ее затопления 20,5 суток.

В соответствии с гидролого-экологической классификацией, р. Жайык отнесена к рекам высокой природо-хозяйственной значимости, с учетом компо-

нентов речного природного комплекса. Здесь нерестится около 50 видов рыб, из которых промысловое значение имеют 22 вида; основу промысла составляют: осетр, белуга, севрюга, судак, вобла, жерех, лещ, сом и 2 вида сельди – волжская малотычиновая и черноспинка. Учтены также пойменные луга, являющиеся нерестовым участком для фитофильных рыб и используемые как сенокосные и пастбищные угодья с урожайностью трав от 6...7 до 30...33 ц/га.

Для нижних участков р. Жайык величина естественного стока $P = 95$ %-ой обеспеченности с 3,84 до 14,01 км³/год $P = 25$ %-ой обеспеченности: объем допустимых изъятий изменяется от 0,39 км³/год $P = 95$ % до 5,25 км³/год $P = 25$ % при экологическом стоке 3,45 и 8,76 км³ за соответствующие водности (табл. 1).

Объем естественного стока р. Жайык в створе Кушум составляет 8,83 и 5,24 км³/год; величина допустимых изъятий стока в годы $P = 50$ % и $P = 75$ % равна 3,00 и 1,24 км³ при экологическом стоке 5,83 и 4,00 км³.

При обосновании и расчете величины экологического стока в месячных разрезах мы особое внимание обращали на половодья, т.е. на апрель, май, июнь, когда совпадают во времени пик хода миграции осетровых рыб на нерестилища и пик половодья. Водность этих месяцев является определяющей и во влагозарядке пойменных почв, что, в конечном итоге, сказывается на урожае травостоя (табл. 2).

Доля экологического стока в эти месяцы особенно велика. Например, в год $P = 95$ % обеспеченности объем экологического стока за апрель, май, июнь равен 2,43 км³, что составляет около 70 % годового объема. В годы $P = 70$ %, 50 %, 25 % эти показатели весеннего экологического стока равны 2,62; 4,31; 7,10 км³ и составляют 66, 74, 81 % от годового объема экологического стока. При этом приведенные увеличенные объемы экологического стока в период нереста осетровых рыб не устраняют отрицательное влияние загрязнения реки неочищенными сточными водами, а также другие биологические и биотические факторы, отрицательно влияющие на естественное воспроизводство осетровых.

При обосновании экологического и потенциально-свободного (допустимого изъятия) стока, исходя из гидролого-экологических особенностей речного бассейна, аналогичный индивидуальный подход соблюден и в отношении всех рассматриваемых рек Казахстана (табл. 2). Например, в отноше-

нии р. Ертис (Иртыш) особое внимание уделено затоплению пойменных лугов, одновременно являющихся поставщиком сена для Восточно-Казахстанской, Семипалатинской и Павлодарской областей, а также Российской Федерации (нижнее течение реки) и нерестовым угодьем для фитофильных рыб. При обосновании экологического стока также были учтены требования, предъявляемые судоходством к стоку реки.

Так, годовые объемы экологического стока р. Ертис в створе г. Усть-Каменогорск при водности года $P = 25, 50, 75$ и 95% соответственно равны $19,82; 16,52; 13,66; 9,09 \text{ км}^3$. Из них соответствующие доли весеннего экологического стока составляют $9,34; 7,19; 6,11; 3,73 \text{ км}^3$. В створе с. Черлак при такой же последовательности водности объем экологического стока равен соответственно: $27,66; 22,93; 19,32; 14,37 \text{ км}^3$. В этих створах доля весеннего экологического стока в его годовых объемах составляет $45...67\%$. Таким образом, исходя из условий основных компонентов природного комплекса речных долин, наиболее важным для сохранения экосистем реки является обеспечение экологическим стоком в весенний период.

Среди рек, отнесенных к группе высокой природно-хозяйственной значимости, особое место занимают реки Иле (Или) и Каратал, обеспечивающие потребности в воде уникального по своей природе Иле-Балкашского (Или-Балхашского) природного комплекса. В результате эксплуатации Капшагайского (Капчагайского) водохранилища в низовьях р. Иле создалось катастрофическое положение, выразившееся в деградации пойменных лугов из-за отсутствия весеннего затопления. Пойменные луга здесь являлись основным местом обитания околотовной фауны, нерестищем полупроходных (фитофильных) рыб, а также основным сенокосным угодьем Алматинской области. Коренным изменениям подвергся также гидрохимический режим реки в результате потери самоочищающей способности в связи с увеличивающимся с каждым годом объемом сточных и возвратных вод с орошаемых территорий. В итоге, все эти изменения (сокращение объема стока и ухудшение гидрохимического режима реки) ставят под угрозу само существование оз. Балкаш (Балхаш). Сокращение стока р. Иле в результате зарегулирования создает обратный солепереток из Восточного в Западный Балкаш, вместо нормального балансового (водного) перетока из Западной в Восточную часть озера, наблюдавшегося при естественном гидрологическом режиме.

Объемы экологического и потенциально-свободного речного стока рек по условиям охраны речной экосистемы, км³
Таблица 1

Река – створ	Обеспеченность, %														
	Естественный сток					Потенциально-свободный сток					Экологический сток				
	25	50	75	95	95	25	50	75	95	95	25	50	75	95	95
Ертіс – Боран	11,51	9,49	7,75	5,41	2,00	1,77	1,42	1,07	1,07	1,07	9,51	7,72	6,32	4,34	4,34
Ертіс – Усть-Каменогорск	23,43	19,71	16,52	11,66	3,61	3,19	2,86	2,57	2,57	2,57	19,82	16,52	13,66	9,09	9,09
Ертіс – Черлак	33,19	27,66	22,88	17,15	5,53	4,73	3,56	2,78	2,78	2,78	27,66	22,93	19,32	14,37	14,37
Ертіс – Тобольск	80,83	67,93	56,21	43,03	13,00	11,39	8,83	7,31	7,31	7,31	67,83	56,54	47,38	35,72	35,72
Тобол – Костанай	0,84	0,36	0,15	0,09	0,49	0,21	0,04	0,01	0,01	0,01	0,35	0,15	0,11	0,08	0,08
Тобол – Курган	2,36	1,18	0,62	0,34	1,22	0,57	0,16	0,01	0,01	0,01	1,14	0,61	0,46	0,33	0,33
Тобол – Липовское	33,70	24,54	18,12	13,03	9,18	6,41	3,52	1,78	1,78	1,78	24,52	18,13	14,60	11,25	11,25
Есиль (Ишим) – Петропавловск	2,82	1,62	0,61	0,35	1,51	0,71	0,18	0,07	0,07	0,07	1,31	0,91	0,43	0,28	0,28
Иле-37 км ниже п. Иле	16,47	14,13	12,74	10,57	2,18	1,66	1,07	0,68	0,68	0,68	14,29	12,47	11,67	9,89	9,89
Иле – Ушжарма	21,72	18,81	17,11	14,18	1,72	1,56	1,40	1,25	1,25	1,25	20,00	17,25	15,71	12,93	12,93
Каратал – Уштобе	2,58	1,93	1,49	1,04	0,64	0,47	0,28	0,18	0,18	0,18	1,94	1,46	1,21	0,86	0,86
Каратал – Наймансуейк	3,13	2,41	1,65	1,21	0,65	0,51	0,35	0,26	0,26	0,26	2,48	1,90	1,30	0,95	0,95
Жайык – Кизильское	1,49	0,82	0,49	0,27	0,67	0,38	0,16	0,05	0,05	0,05	0,82	0,44	0,33	0,22	0,22
Жайык – Кушум	14,01	8,83	5,24	3,84	5,25	3,00	1,24	0,39	0,39	0,39	8,76	5,83	4,00	3,45	3,45
Шу – Фурмановка	1,74	1,59	1,45	1,30	0,73	0,66	0,58	0,77	0,77	0,77	1,01	0,93	0,87	0,53	0,53
Талас – Караой	0,64	0,58	0,52	0,41	0,33	0,30	0,27	0,21	0,21	0,21	0,31	0,28	0,25	0,20	0,20
Аса – Маймак	0,45	0,36	0,30	0,26	0,18	0,15	0,14	0,10	0,10	0,10	0,27	0,21	0,16	0,15	0,15

Таблица 2

Характеристики экологического стока рек по условиям охраны речной экосистемы, км³

Обеспеченность, %	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	р. Ертис – Боран											
25	0,15	0,13	0,16	0,47	1,67	2,77	1,73	1,13	0,56	0,36	0,24	0,14
50	0,13	0,11	0,13	0,37	1,51	2,15	1,43	0,78	0,47	0,32	0,19	0,13
75	0,11	0,10	0,11	0,39	1,34	1,67	1,02	0,64	0,36	0,27	0,17	0,14
95	0,10	0,09	0,10	0,30	1,62	0,71	0,96	0,68	0,31	0,20	0,15	0,12
	р. Ертис – Усть-Каменогорск											
25	0,66	0,59	0,67	1,79	3,89	3,66	1,97	1,84	1,52	1,58	0,92	0,73
50	0,55	0,48	0,61	1,40	2,82	2,97	2,16	1,45	1,33	1,30	0,82	0,63
75	0,43	0,38	0,49	1,37	2,52	2,22	1,43	1,30	1,10	1,07	0,78	0,57
95	0,42	0,28	0,31	0,80	1,90	1,03	0,91	0,99	0,76	0,68	0,54	0,47
	р. Ертис – Черлак											
25	0,82	0,66	0,69	3,30	6,53	5,27	3,37	2,02	1,58	1,70	1,15	0,55
50	0,80	0,54	0,62	2,31	5,30	4,03	3,05	1,75	1,55	1,29	1,02	0,67
75	0,63	0,47	0,50	2,04	3,22	4,68	2,39	1,49	1,33	1,19	0,75	0,63
95	0,51	0,37	0,39	1,83	3,71	2,10	1,04	1,12	0,92	0,91	0,69	0,78
	р. Ертис – Тобольск											
25	1,57	1,26	1,27	2,67	13,27	16,17	10,27	8,34	4,79	3,73	2,48	2,01
50	1,40	1,13	1,13	2,41	12,54	12,47	8,73	5,37	4,12	3,39	2,08	1,77
75	1,17	1,02	1,05	2,30	11,85	9,22	6,44	4,75	3,11	2,91	1,94	1,62
95	0,81	0,78	0,73	2,20	10,77	8,35	3,50	2,14	2,21	2,08	1,08	1,07

Обеспеченность, %	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	р. Тобол – Курган											
25	0,01	0,01	0,01	0,21	0,59	0,13	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,01
50	0,01	0,01	0,01	0,15	0,22	0,08	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
75	0,01	0,01	0,01	0,14	0,17	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
95	0,01	0,01	0,01	0,05	0,16	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	р. Тобол – Липовское											
25	0,35	0,33	0,33	1,91	5,68	6,20	3,21	1,93	1,59	1,50	0,89	0,61
50	0,30	0,22	0,22	1,30	3,89	4,67	3,17	1,36	0,92	0,84	0,72	0,52
75	0,25	0,19	0,18	1,10	2,99	4,35	2,29	0,82	0,66	0,81	0,57	0,39
95	0,20	0,11	0,10	1,06	4,13	2,66	0,97	0,65	0,39	0,39	0,32	0,27
	р. Есиль – Петропавловск											
25	0,01	0,01	0,01	0,29	0,68	0,16	0,06	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
50	0,01	0,01	0,01	0,16	0,25	0,08	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
75	0,01	0,01	0,01	0,09	0,17	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
95	0,01	0,01	0,01	0,04	0,09	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	р. Жайык – Кизильское											
25	0,01	0,01	0,02	0,41	0,13	0,06	0,04	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01
50	0,01	0,01	0,01	0,15	0,11	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
75	0,01	0,01	0,01	0,11	0,09	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
95	0,01	0,01	0,01	0,02	0,08	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Обеспеченность, %	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	р. Жайык – Кушум											
25	0,11	0,09	0,10	1,28	4,80	1,02	0,38	0,27	0,22	0,20	0,17	0,12
50	0,10	0,08	0,09	1,7	2,12	0,92	0,37	0,23	0,19	0,20	0,15	0,11
75	0,07	0,06	0,08	0,95	1,17	0,50	0,33	0,22	0,18	0,19	0,15	0,10
95	0,06	0,04	0,05	0,94	1,04	0,45	0,26	0,16	0,12	0,12	0,14	0,07
	р. Шу – Фурмановка											
25	0,08	0,07	0,07	0,07	0,13	0,22	0,35	0,25	0,14	0,11	0,09	0,08
50	0,07	0,07	0,07	0,06	0,12	0,21	0,23	0,23	0,13	0,10	0,09	0,08
75	0,05	0,06	0,06	0,06	0,10	0,17	0,22	0,19	0,12	0,10	0,09	0,07
95	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,15	0,21	0,25	0,10	0,05	0,05	0,03
	р. Талас – Караой											
25	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,09	0,11	0,08	0,04	0,03	0,03	0,02
50	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09	0,10	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02
75	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,08	0,07	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02
95	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
	р. Иле – урочище Капшагай											
25	0,50	0,50	0,74	0,85	1,35	2,13	2,64	2,30	1,13	0,83	0,73	0,59
50	0,46	0,45	0,73	0,76	1,15	1,60	1,98	2,19	1,10	0,78	0,70	0,57
75	0,43	0,40	0,68	0,78	1,30	1,36	1,90	1,89	1,05	0,73	0,60	0,55
95	0,34	0,29	0,62	0,51	1,01	1,35	1,41	1,66	0,99	0,61	0,59	0,51

Обеспеченность, %	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	р. Иле – Ушжарма											
25	0,65	0,63	0,21	1,57	1,91	2,66	3,40	2,88	2,11	1,33	0,87	0,78
50	0,56	0,56	0,10	1,13	1,88	2,63	2,47	2,59	1,51	1,15	0,96	0,71
75	0,55	0,52	0,99	1,01	1,48	2,16	2,44	2,54	1,41	1,10	0,92	0,59
95	0,42	0,51	0,82	0,78	1,23	1,54	1,92	2,19	1,34	0,95	0,77	0,46
	р. Каратагал – Ушгобе											
25	0,08	0,07	0,15	0,19	0,28	0,34	0,28	0,15	0,08	0,12	0,12	0,08
50	0,07	0,07	0,12	0,15	0,18	0,19	0,19	0,14	0,08	0,09	0,10	0,08
75	0,06	0,06	0,12	0,12	0,17	0,14	0,13	0,09	0,07	0,08	0,10	0,07
95	0,05	0,05	0,08	0,10	0,04	0,07	0,09	0,09	0,07	0,07	0,09	0,06
	р. Каратагал – Наймансүйек											
25	0,10	0,10	0,18	0,22	0,28	0,42	0,44	0,26	0,11	0,14	0,13	0,10
50	0,08	0,08	0,15	0,17	0,27	0,28	0,31	0,15	0,09	0,11	0,11	0,10
75	0,06	0,08	0,13	0,13	0,15	0,12	0,15	0,13	0,08	0,10	0,11	0,08
95	0,05	0,06	0,11	0,10	0,09	0,07	0,09	0,09	0,07	0,07	0,09	0,06

Произшедшие изменения в естественном гидрохимическом режиме привели к уничтожению значительных площадей нерестовых угодий и кормовой базы рыб. Поэтому при расчете экологического и свободного стока р. Иле наравне с удовлетворением сезонных требований (затопление дельтовых участков для целей нереста рыб, влагозарядка почв сенокосных угодий и кормовой базы ондатры) мы учитывали потребность в воде в течение всего года, то есть постоянный приток стока р. Иле для поддержания балансового перетока из Западной и Восточную часть озера, что обеспечивает более благоприятный солевой режим озера.

С учетом этих требований при расчете экологического стока и объема допустимых изъятий для р. Иле получены следующие результаты: из полного годового объема стока в 21, 72; 18,81; 17,11; и 14,18 км³ при водности P = 25, 50, 75, и 95 %; в качестве остаточного экологического стока должен оставаться объем 20,00; 17,25; 17,25; 17,71 и 12,93 км³ при тех же обеспеченностях. При этом объемы допустимых изъятий должны равняться 1,72; 1,56; 1,40; 1,25 км³.

Анализ полученных результатов показывает, что для целей охраны природных комплексов речных долин необходимо пересмотреть объемы таких крупных водохранилищ, как Буктырминское, Ириклинское, Капшагайское, с учетом требований к водности рек – основных компонентов природного комплекса. При обосновании экологического стока рек, отнесенных к группе низкой и средней природно-хозяйственной значимости (Шу, Талас, Асы), основные требования к ним предъявлять в весенне-летний период для затопления сенокосных угодий, являвшихся единственным местом заготовки кормов и временными пастбищами Жамбылской области. При расчете экологического стока этих рек особое внимание уделять затоплению сенокосных угодий во время вегетационного периода, с учетом промывки почв от солевого накопления. Как показали исследования, оптимальные режимы для влагозарядки и солепромывки достигаются в средние по водности годы, однако стохастическая природа стокообразующих факторов юга Казахстана не позволяет ежегодно предусматривать в виде экологического стока наблюдаемые среднееголетние величины естественного стока. Особое место занимает р. Аса, подпитывающая оз. Бииликоль. в настоящее время ее сток полностью зарегулирован. Целью забора воды является орошение и обеспечение водой

химических гигантов г. Тараза. Для затопления поймы в вегетационный период и нормальной жизнедеятельности флоры и фауны оз. Бииликоль, согласно расчетам, потребуются следующие величины остаточного экологического стока р. Асы: 0,33; 0,28; 0,24 и 0,21 км³ при соответствующей водности года P = 25, 50, 75, 95 %. Исходя из этих норм экологического стока, объемы допустимых изъятий для использования в отраслях народного хозяйства в той же последовательности по водности года будут равны: 0,12; 0,08; 0,05; и 0,03 км³.

С учетом исключительной роли дельтовых участков р. Шу для заготовки кормов и в качестве временных пастбищ для Шуйского и Мойынкумского районов Жамбылской области получены следующие величины экологического стока: 1,66; 1,46; 1,29 и 0,98 км³ при водности P = 25, 50, 75 и 95 %. При той же водности объемы допустимых изъятий составляют: 0,22; 0,21; 0,17; и 0,10 км³. В процентном соотношении доля весеннего экологического стока от годового для рр. Шу, Талас и Асы колеблется от 42 до 78 %.

4.12. Примеры расчета экологического стока рек при отсутствии рядов наблюдений за гидрологическим режимом.

Анализ полученных расчетных значений объемов остаточного экологического стока рек при наличии рядов наблюдений за гидрологическим режимом показывает, что корректные результаты возможны при длительности рядов наблюдений в створах не менее 25 лет. Использование вышеизложенной методики по оценке экологического стока во всех створах РГП «Казгидромет» МООС РК весьма ограничено в силу малочисленности створов с периодом наблюдения более 25 лет, тем более в неизученных.

Для оценки экологического стока в изученных створах нами предлагаются зависимости этих характеристик как от естественного стока отдельных месяцев (для оценки месячного экологического стока), так и от среднеемноголетних естественных объемов стока для расчета величин экологического стока в годовом разрезе (рис. 1, 2).

Расхождения между объемами экологического стока, полученными на основе предлагаемых зависимостей и рассчитанными по методике, в основном составляют от 5 до 15 км³, хотя в отдельные зимние месяцы могут достигать и 20 км³ (р. Каратал).

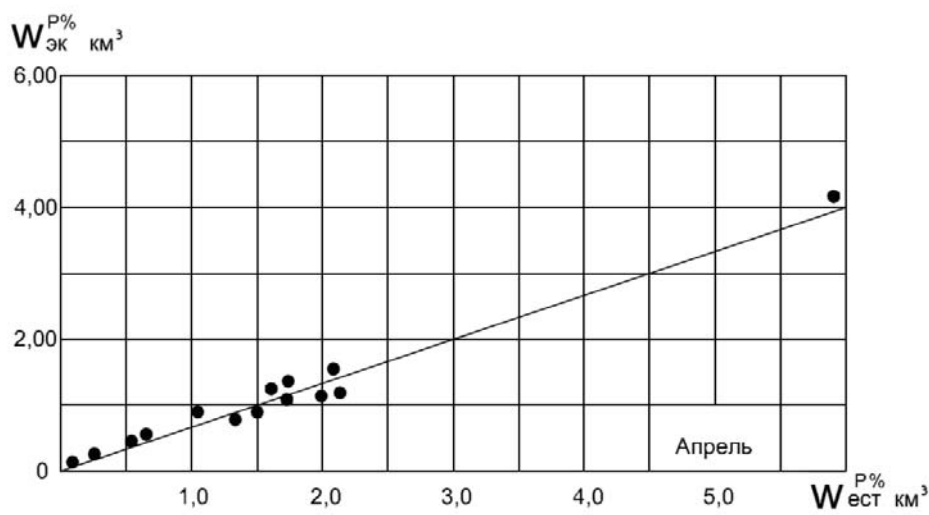
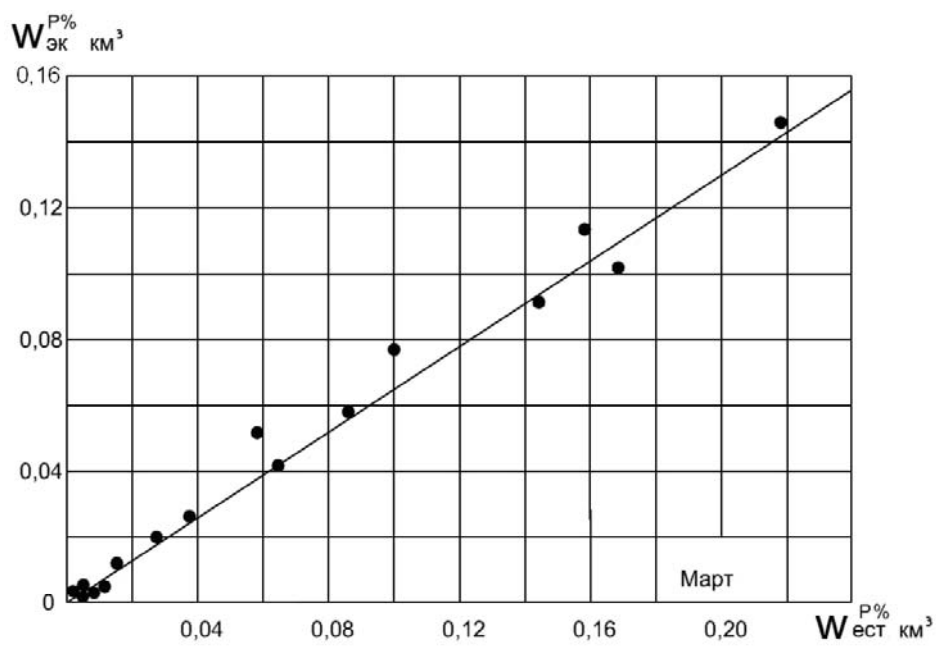


Рис. 1. Зависимость среднемесячного экологического стока р. Жайык расчетной обеспеченности от среднемесячного естественного стока.

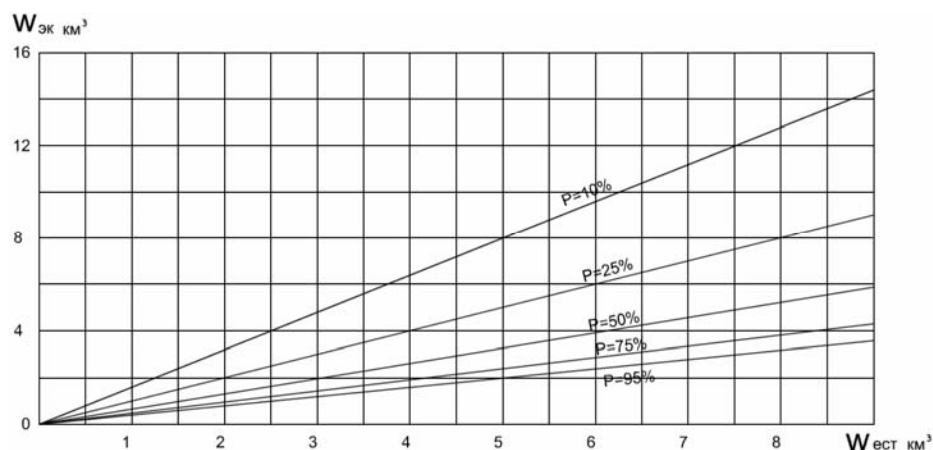


Рис. 2. Зависимость годового экологического стока р. Жайык расчетной обеспеченности от среднемесячного естественного стока.

Интересно заметить, что выявленные максимальные расхождения наблюдаются в месяцы с большой естественной изменчивостью стока (C_v). Например, в створе Наймансуйек на р. Каратал расхождение в феврале составляет 18 при $C_v = 0,68$, тогда как в период половодья в среднем колеблется от 4 до 10 при среднем $C_v = 0,32$. Аналогичный рост расхождения при $C_v \rightarrow 1,0$ в зимние месяцы и уменьшение его в весенне-летний период при $C_v \rightarrow 0$ наблюдается в отношении всех рассмотренных рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем трансграничных рек Казахстана. – Алматы: Каганат, 2007. – 516 с.
2. Дубинина В.Г. Методические основы экологического нормирования безвозвратного изъятия речного стока и установление экологического стока (попуска). – М.: Экономика и информатика, 2002. – 117 с.
3. Карасев И.Ф., Векшина, Т.В. Расчетные оценки гидравлических сопротивлений русел зарастающих рек // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – СПб.: Т. 245. – 2006. – С. 101-108.
4. Мокляк В.Ф. Теплообмен и гидродинамика при конденсации в термосифонах в режиме двухфазной смеси: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1976. – 54 с.

5. Фашевский Б.В. Основы экологической гидрологии. – М.: Экономист, 1986. – 239 с.
6. Фашевский Б.В., Бурлибаев М.Ж., Походня Г.В., Щулика Л.Г. Ресурсы экологического и свободного речного стока Московской области./ Проблемы водоснабжения Москвы и Московской области. – М., АН СССР, 1989. – С 86-88.
7. Novoseltsev V.N., Carey J., Liedo P., Novoseltseva J.A., Yashin A.I. Anticipation of oxidative damage decelerates aging in virgin female medflies: a hypothesis tested by statistical modeling // Exp. Gerontol. – 2000. – Vol. 35. – P. 971-987.

Поступила 28.11.2012

Геогр. ғылымд. докторы	Б.В. Фашевский
Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бурлибаев
Профессор, доктор	К. Опп
	Д.М. Бурлибаева

ҚАЗАҚСТАН ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БАСЫҢҚЫ ЕРКІН АҒЫНДАРЫН МӨЛШЕРЛЕУ ӘДІСТЕМЕСІН ҒЫЛЫМИ НЕГІЗДЕУ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ ЖӨНІНДЕ

Қазіргі кездегі Қазақстан өзендерінің экологиялық жағдайының құлдырауы өзен су ғимараттырының төменгі жағына жіберілетін ағын суының ғылыми негіздері жоқ екенін дәлелдейді. Сол себептен өзен су ғимараттырының төменгі жағына жіберілетін ағын судың ғылыми негіздері болуы керек және осы процессті анықтау кезінде басыңқы еркін ағынның мөлшері де анықталуы қажет. Осы мақала сол проблемаларын шешуі үшін дайындалған.

УДК 574:539.1.04

О.А. Шарипова *

**СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
ОЗЕРА БАЛХАШ***РАДИОНУКЛИДЫ , ИЗОТОПЫ , ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ,
ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО , ТИП ГРУНТА , КОЭФФИЦИЕНТ
ДИСКРИМИНАЦИИ*

В данной статье приведены результаты радиологических исследований донных отложений озера Балхаш. Содержание техногенных радионуклидов зависит от физико-химических свойств грунтов, антропогенного воздействия на экосистему озера. В большей степени донные отложения водоема загрязнены радиостронцием.

Изучение радиоактивного фона донных отложений водоема имеет важное значение при оценке качества среды. Радиоактивное загрязнение донных отложений может оказывать существенное влияние на жизнедеятельность бентосных организмов, являющихся кормом рыб. Радионуклиды, благодаря своей большой проникающей способности, легко включаются в биологические процессы и, мигрируя по пищевым цепочкам, способствуют дополнительному облучению человека.

Радиоизотопы, попадая в водную среду, сорбируются взвешями и осаждаются, претерпевают радиоактивный распад, накапливаются водной биотой, в результате чего происходит самоочищение воды озера. Однако аккумуляция радиоактивных элементов в донных отложениях, приводящая к самоочищению воды, при определенных условиях вызывает ее вторичное загрязнение. Этому способствует ветровое перемешивание, вовлекающее верхний слой донных отложений в водную массу; физико-химические, биологические и микробиологические процессы на границе вода – донные отложения [5].

В настоящее время радиоактивному загрязнению водных экосистем посвящено много исследовательских работ отечественных и зару-

* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

бежных ученых [1 ... 4]. Но для оз. Балхаш результаты радиологических исследований донных отложений публикуются впервые, что придает актуальность представленным материалам.

В данной работе в донных осадках определялись радионуклиды естественного (^{40}K (калий), ^{226}Ra (радий), ^{232}Th (торий)) и техногенного происхождения (^{137}Cs (цезий) и ^{90}Sr (стронций)). Радиологические испытания проводились на спектрометрическом комплексе «Прогресс», согласно принятым методикам МИ КЗ 07.00.00303 - 07.00.00304.2004. Обследовались донные осадки отдельных участков по всей акватории водоема и для сравнения – грунты с береговой территории бухты Бертыс и городской зоны.

Изучение донных отложений как индикатора загрязнения водоема, прежде всего, основывается на исследовании пространственного распределения грунтов по гранулометрическому (механическому) составу. Типы грунтов обследованных участков оз. Балхаш представлены в табл. 1.

Таблица 1

Типы грунтов в отдельных районах оз. Балхаш

Станция	Тип грунта
Бурыбайтал	мелкоалевритовые илы
Устье р. Или	алеврито-глинистые илы
Залив Майтан	крупный алеврит, мелкозернистые пески
Центр II гидрохим. района	алеврито-глинистые илы
Залив Каракамыс	мелкозернистые пески
Залив Сары-Шаган	алеврито-глинистые илы
Залив Торангалык	крупно-среднезернистые пески
Бухта Томар	мелкоалевритовые илы, мелкозернистые пески
Бухта Бертыс	крупно-среднезернистые пески
Ультарахты	мелкозернистые пески
Река Каратал	мелкозернистые пески
Река Лепсы	мелкозернистые пески

Как видно из данных табл. 1, донные отложения исследуемых районов представлены, в основном, различными фракциями песчаных грунтов, а также алеврито-глинистыми и мелкоалевритовыми илами.

Результаты радиологических исследований донных осадков оз. Балхаш и прибрежных территорий города приведены в табл. 2.

Концентрации радиоизотопов естественного происхождения имеют большую вариабельность и не зависят от гранулометрического состава. Минимальное содержание радиоактивного калия 80,0...105 Бк/кг харак-

терно для донных осадений заливов Торангалык, Сары-Шаган и центральной части Западного Балхаша. Максимальные значения активности ^{40}K 759...795 Бк/кг определены в донных отложениях залива Каракамыс и устьевых участках рек Или и Лепсы. Количество ^{226}Ra в грунтах озера лежит в интервале 7,0...125 Бк/кг, ^{232}Th – в пределах 10,2...70,0 Бк/кг. Минимум значений активности этих элементов соответствует донным отложениям реки Лепсы. Максимум радия обнаружен в грунте бухты Бертыс и центральной части Западного Балхаша, тория – в районе Ультарахты.

Таблица 2

Содержание радионуклидов в донных отложениях оз. Балхаш и почвах города, Бк/кг

Станция	^{90}Sr	^{137}Cs	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
Бурыбайтал	231	49,2	341	91,6	41,1
Устье р. Или	107	24,3	759	69,1	37,0
Залив Майтан	34	11,2	556	52,3	39,6
Центр. часть Западного Балхаша	148	23,0	97,0	118	31,2
Залив Каракамыс	107	20,8	759	69,1	33,1
Залив Сары-Шаган	195	36,1	105	68,0	11,0
Залив Торангалык	153	22,3	80,0	67,5	35,4
Бухта Томар	58,5	4,1	383	36,2	13,2
Бухта Бертыс	196	44,0	238	125	14,0
Ультарахты	256	23,6	193	24,3	70,0
Река Каратал	89,6	8,5	414	27,1	34,8
Река Лепсы	68,8	11,9	795	7,0	10,2
Набережная бухты Бертыс	106	18,7	542	71,0	38,4
Городская зона	132	7,2	524	73,8	42,2

Оседание радионуклидов техногенного характера зависит от многих факторов: содержания изотопов в водной среде, аккумулирующей способности грунта, подвижности самих радионуклидов, химических и биологических процессов, происходящих в водоеме. Результаты радиологических испытаний показали, что концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr в илах в 1,5...3 раза выше, чем в песках. Содержание радиостронция в иловых грунтах составляет 107...231 Бк/кг, в песчаных – 34...107 Бк/кг. Значения радиоактивности ^{137}Cs находятся в илах в интервале 23...49 Бк/кг, в крупно-среднезернистых песках – 8...20,8 Бк/кг. Максимальное количество изотопов стронция и цезия обнаружены в грунтах районов, подверженных антропогенному влиянию промышленных предприятий и военных объектов: за-

лив Торангалык (153 и 22,3 Бк/кг), залив Сары-Шаган (195 и 36,1 Бк/кг), бухта Бертыс (196 и 44,0 Бк/кг), район Бурыбайтала (231 и 49,2 Бк/кг), Ультарахты (256 и 23,6 Бк/кг). Значения радиоактивности стронция и цезия в донных отложениях этих районов превышают аналогичные показатели, характерные для почв прибрежных территорий города (рис. 1).

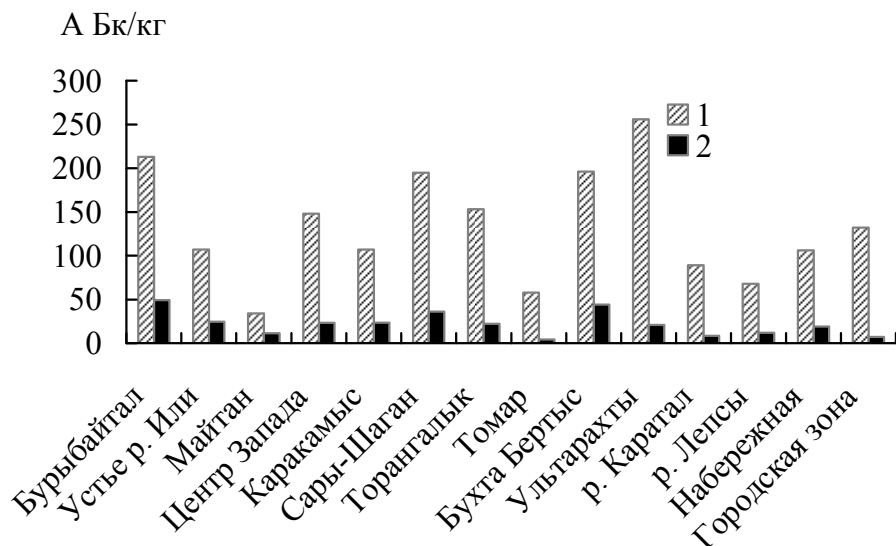


Рис. 1. Количество радионуклидов в донных отложениях оз. Балхаш и почвах прибрежной городской зоны. 1 – ^{90}Sr , 2 – ^{137}Cs .

Для сравнения приведем данные радиологических исследований донных осадков Амурского залива (Японское море) [1]. В пробах донных отложений концентрация радионуклида ^{137}Cs изменялась от 14,7 Бк/кг в илистых осадках до 2,2 Бк/кг в песчаных осадках. ^{90}Sr зафиксирован в незначительных количествах 1,9 Бк/кг. Содержание ^{40}K колебалось в интервале 430...690 Бк/кг и не зависело от гранулометрического состава донных осадков. Количество ^{226}Ra и ^{232}Th для илистых донных осадков находилось в диапазоне 22,0...37,0 Бк/кг и для песчаных грунтов – 12...22 Бк/кг. Можно отметить, что более высокая степень загрязнения техногенными радионуклидами, особенно изотопом стронция, характерна для донных отложений озера Балхаш.

^{90}Sr и ^{137}Cs являются химическими аналогами нерадиоактивных кальция и калия. В системе «вода – донные отложения» были рассчитаны

величины коэффициентов дискриминации для пар кальций/стронций-90 и калий/цезий-137, по которым можно предположить, какой элемент в большей степени аккумулируется грунтами [5]. Коэффициенты дискриминации для пары кальций/стронций-90 и калий/цезий-137 в донных осадках озера Балхаш > 1 , что свидетельствует о более медленном переходе радиоизотопов из водной среды относительно их химических аналогов. Для пары $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ коэффициенты дискриминации по всей обследованной акватории больше единицы, что указывает на преимущественную сорбцию грунтами радиостронция.

Корреляционная зависимость содержания радиоактивных элементов от минерального состава и органического вещества грунтов озера отображена с помощью коэффициентов корреляции в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции для различных параметров грунтов оз. Балхаш

Компонент	Органическое вещество	Кальций	Калий	Минерализация
^{90}Sr	0,71	0,77	-	0,80
^{137}Cs	0,74	-	0,77	0,79

Органическое вещество является важнейшим компонентом озерной седиментации и служит показателем условий осадконакопления [6]. Анализ полученных данных показал, что радионуклиды преимущественно накапливаются в донных отложениях, богатых органическим веществом (рис. 2).

В заключении можно сделать следующие выводы:

1. Радионуклиды техногенного происхождения в большей степени накапливаются в илах, чем в песчаных осадках оз. Балхаш. Содержание естественных радиоизотопов не зависит от гранулометрического состава грунтов.
2. Коэффициенты дискриминации показали, что переход ^{90}Sr и ^{137}Cs из водной среды в донные отложения озера происходит медленнее, чем их нерадиоактивных химических аналогов. Преимущественная сорбция грунтами оз. Балхаш характерна для стронция относительно цезия.
3. Интенсивнее аккумулируют радиоактивные элементы осадки водоема, богатые органическим веществом.

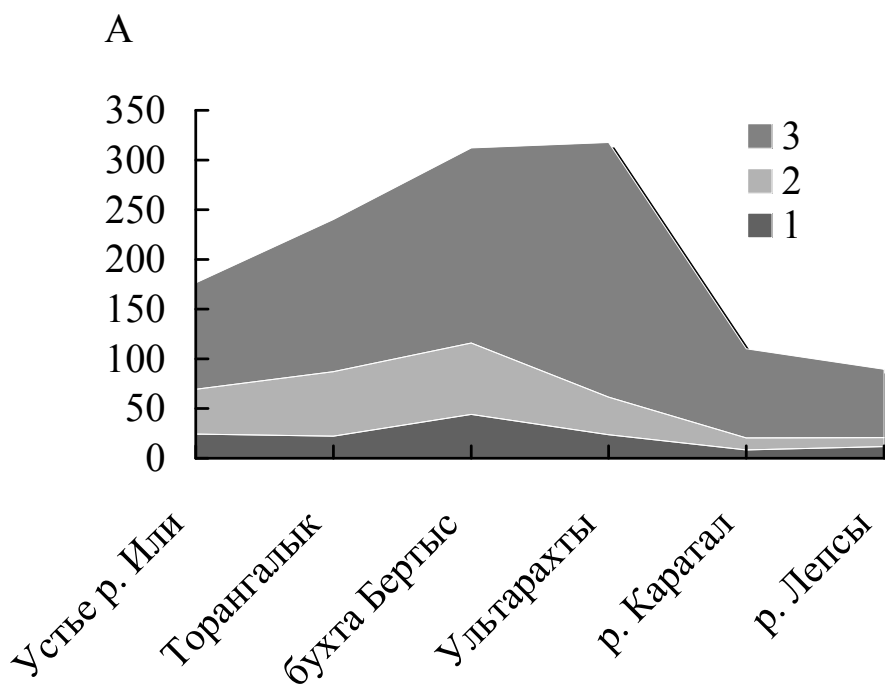


Рис. 2. Сравнительная характеристика радионуклидов и органического вещества в грунтах оз. Балхаш. 1 – ^{137}Cs (Бк/кг), 2 – органическое вещество (мг/кг), 3 – ^{90}Sr (Бк/кг).

4. Накопление ^{90}Sr и ^{137}Cs наблюдается в районах, подверженных антропогенному влиянию промышленных предприятий и военных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко Г.С. Содержание радионуклидов в прибрежных донных осадках Амурского залива (Японское море) // *Фундаментальные исследования*. – 2006. – № 8 – С. 26-27.
2. Есекин Б.К., Богачев В.П., Дускаев К.К. О состоянии окружающей среды в Республике Казахстан. – Алматы: 1998. – 140 с.
3. Куликова Е.В. Накопление радиоактивных изотопов в организмах рыб из водоемов Зайсан-Иртышского бассейна. // *Гидрометеорология и экология*. – 2011. – № 1. – С. 156 – 160.
4. Мухаметшина Л.Ф., Дерягин В.В., Левина С.Г., Сутягин А.А. Радионуклиды в основных компонентах некоторых озерных экосистем Во-

- сточно-Уральского радиоактивного следа // Вестник Челябинского педагогического университета. – 2011. – № 2. – С. 124-132.
5. Сутягин А.А., Левина С.Г., Дерягин В.В., Мухаметшина Л.Ф. К вопросу о радиологическом состоянии некоторых озер средней и дальней зоны ВУРСа // Материалы Международной научной конференции по аналитической химии и экологии – Алматы. – 2010. – С. 75-78.
 6. Шаухарбаева Д.С., Лопарева Т.Я. Роль отдельных факторов в формировании качества водной среды озера Балхаш // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 2. – С. 37-40.

Поступила 03.12.2012

О.А. Шарипова

БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ ТҮП ШӨГІНДЕГІ РАДИОНУКЛИДТЕРДІҢ ҚҰРАМЫ

Берілген мақалада Балқаш көлінің түп шөгіндегі радиологиялық зерттеулерінің сараптамасы берілген. Техногенді радионуклидтердің құрамы физикохимиялық қасиетіне байланысты. Көбінесе түп шөгіндегі ластану радиостронцимен көрсетілген.

ӘӨЖ 911.2: 572 (084.2) (05)

Геогр. ғылымд. канд. А.М. Сергеева *

АҚТӨБЕ ҚАЛАСЫНЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАСЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН БАҒАЛАУ

*АТМОСФЕРА ЛАСТАНУЫНЫҢ КЕШЕНДІ ИНДЕКСІ (АЛИ₅),
РШШ (РАУАЛДЫ ШЕКТІ ШОҒЫРЛАНУЫ), ҚТҚ (ҚАТТЫ
ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАР) ПОЛИГОНДАРЫ, БҚӘД –
БАҒЫТТАЛҒАН ҚАУІПСІЗ ӘСЕР ДЕҢГЕЙЛЕРІ*

*Мақалада Ақтөбе қаласының атмосфералық ауасының
ластануын бағалау мәселелері қарастырылған. Ақтөбе қаласының
дәстүрлі ластаушыларынан басқа: шаңды және формальдегидтің,
күкірт диоксидінің, көміртегі оксидінің, азот диоксидінің, ауадағы
бенз(а)пиреннің, қорғасынның және хромның құрамы анықталған.
Қаланың қоршаған ортасының экологиялық ахуалын жақсарту
үшін қажетті ұсыныстар келтірілген.*

Ақтөбе қаласының аумағындағы атмосфералық ауа жағдайының бақылаулары өткен ғасырдың 80-шы жылдарынан бастап ұлттық гидрометеорологиялық қызмет бөлімшелерімен жүргізіліп келеді. Ауаның ластану жағдайы бақылаулардың күндізгі орындарында таңдалған ауа сынамаларын өңдеу және талдау нәтижелері бойынша және атмосфераның ластану деңгейі қауіптілік сыныбын ескерумен РШШ (рауалды шекті шоғырлануы) нормаланған 5 зат бойынша есептелетін атмосфера ластануының кешенді индексі (АЛИ₅) шамасымен бағаланады.

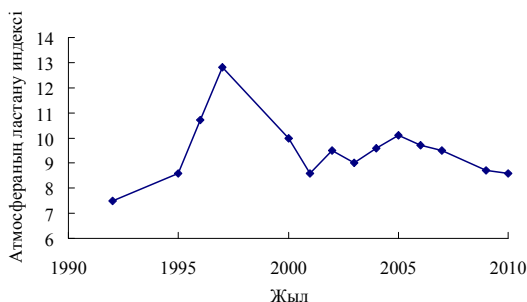
Мониторингтік зерттеулер мәліметтері Ақтөбе қаласын Қазақстанның ластанған қалаларының бірі екендігін көрсетеді. 1992...2010 жылдары атмосфераның ластану индексі шамасы 7,5...10,1 құрайды (1-сурет). Суреттен формальдегид және азот диоксидінің құрамы жоғары байқалады [7].

2000 жылдан бастап Ақтөбе қаласының атмосфералық ауа жағдайының мониторингі арнайы зертханалармен қамтылған және ауаның түрлі аудандарында орналасқан 3 тұрақты орындарда жүргізіледі:

1. 1 бақылау орны – Әуежай (метеоаудан маңайында);

* Ақтөбе мемлекеттік педагогикалық институтының
108

2. 4 бақылау орны – Жеңіс даңғылы, 46 (бұрынғы санитарлық-эпидемиологиялық станция);
3. 5 бақылау орны – теміржол вокзалының ауданы, Ломоносов көшесі.

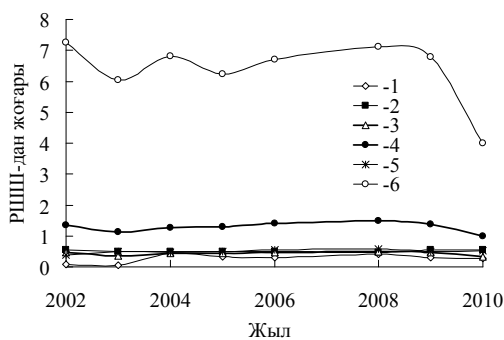


Сур. 1. Ақтөбе қаласының атмосфералық ауасының ластану индексінің мәндері (1992...2011 жж.)

Атмосфералық ауаның құрамында шаң, күкірт диоксиді, көміртегі оксиді, азот диоксиді, формальдегид бар екендігі анықталды. Сынамалар таңдамасы толық емес бағдарлама бойынша (тәулігіне 3 рет – 07, 13, 19 сағат) 2 бақылау орнында, толық бағдарлама бойынша (төрт реттік 01, 07, 13, 19 сағат) – метеобекетте орналасқан 1 бақылау орнында жүргізіледі.

Ауа сынамаларын таңдаумен біруақытта метеорологиялық сипаттамалар: жел бағыты және жылдамдығы, ауа температурасы және ылғалдылығы, атмосферадағы қоспалардың шашылуын анықтауға мүмкіндік беретін ауа райы жағдайы өлшенеді [5].

2002...2010 жж. жеке ластану заттары бойынша бақылау мәліметтеріне сәйкес АЛИ көрсеткішінде ең үлкен үлесті формальдегидті (70...72 %) және азот диоксидін (13...15 %) құрайды (2-сурет).



Сур. 2. Ақтөбе қаласындағы атмосфералық ауаның ластану деңгейінің көрсеткіштері (2002...2010 жж.). 1 – қалқымалы заттар, 2 – күкірт диоксиді, 3 – көміртегі оксиді, 4 – азот диоксиді, 5 – азот оксиді, 6 – формальдегид.

Осылай, 2010 жылы Ақтөбе қаласындағы атмосфераның ластану индексі (АЛИ₅) 8,6 шамасын құрайды, бұл кезде жылына орташа формальдегид шоғырлануы 4,0 РШШ, азот диоксиді – 1,0 РШШ.

Өлшенген заттардың, көміртегі оксидінің және күкіртсутегінің ортажылдық шоғырланулары мүмкін етілген норма шектерінде болады. Бірреттік шоғырланулардан максималды формальдегид – 3,4 РШШ, өлшенген заттар – 2,0 РШШ, азот диоксиді және көміртек оксиді – 1,2 РШШ, күкірт сутегі – 1,0 РШШ мәндерінен асады (1-кесте) [2].

Кесте 1

2009 ж. Ақтөбе қаласының ауа бассейнінің ластануы

Қоспалар атауы	Орташа шоғырлану		Максималды шоғырлану		қоспалардың РШШ-дан жоғары шоғырлануының қайталануы, %
	мг/м ³	РШШ-дан жоғары	мг/м ³	РШШ-дан жоғары	
Қалцымалы заттар	0,04	0,3	1,0	2,0	0,4
Көміртек оксиді	1,0	0,3	6,0	1,2	0,1
Азот диоксиді	0,04	1,0	0,10	1,2	0,1
Күкіртсутек	0,003	-	0,008	1,0	0
Формальдегид	0,012	4,0	0,120	3,4	0,1

Формальдегид – қалалық атмосфералық ауаның ластануының жоғарғы деңгейін анықтайтын және қала халқының денсаулығына жағымсыз әсер ететін заттардың бірі. Атмосфералық ауаның формальдегидпен ластануына қара металлургия, кәсіпорын жылулық электр станциялары, автокөліктер үлкен үлес қосады.

Азот оксидтері адамның биотүрлілігіне және денсаулығына үлкен қауіп танытатын заттар ретінде қарастырылады, себебі олар үш жолмен әсер етеді. Тура қарым-қатынас арқылы, қышқыл жаңбырлар көмегімен жанама түрде, озон және пероксиацетилнитраттар (ПАН) түріндегі тотықтарды жасау жолымен. Азот тотықтарының ауаға көлемді шығарулары кезінде жарамсыз газды шығаратын мұржа шығысында байқауға болатын қара қызыл газ жасалады. Тірі ағзалардың азот тотықтармен тікелей қарым-қатынасы оларға теріс әсер етеді. Атмосфералық ауадағы азот тотығының түрлері атмосфералық ауада NO₂ және N₂O₄ тұрақты қалыптарына көшеді және олар су буларымен өзара әрекеттесуі кезінде азот қышқылын құрайды және жерге қышқыл жаңбырлар түрлерінде жауады. Қышқыл жаңбырлар түріндегі азот оксидтері қышқылдылықты жоғарлата отырып, өсімдіктерге елеулі нұқсан

келтіреді. Атмосферадағы азот оксидтері күшті тотықтарды жасай отырып, фотохимиялық реакцияларға қатысады, мұның өзі қоймалжың қабықшаның қозуына, өсімдіктердің өлуіне әкеледі [6].

Ақтөбе қаласының атмосферасының ластануына негізгі үлес қосушылар өнеркәсіптік кәсіпорындар, қазандықтар, автокөлік пен ластанушы заттарды шығарудың ұйымдастырылмаған көздері, соның ішінде ҚТҚ (қатты тұрмыстық қалдықтар) полигондары, арналық тазартпа ғимараттарының лайлы аудандары, темір-бетон өнімдерін шығару зауыты, асфальт-бетонды зауыттар және т.б. болып табылады. Ауаны жалпы ластанудағы бұл көздердің әрбіреуінің қосатын үлесі түрлі кәсіпорындардың шығарындыларын бір-біріне өзара қабаттастыру кезіндегі жою өлшемі бойынша шығарынды көздеріне байланысты өзгереді.

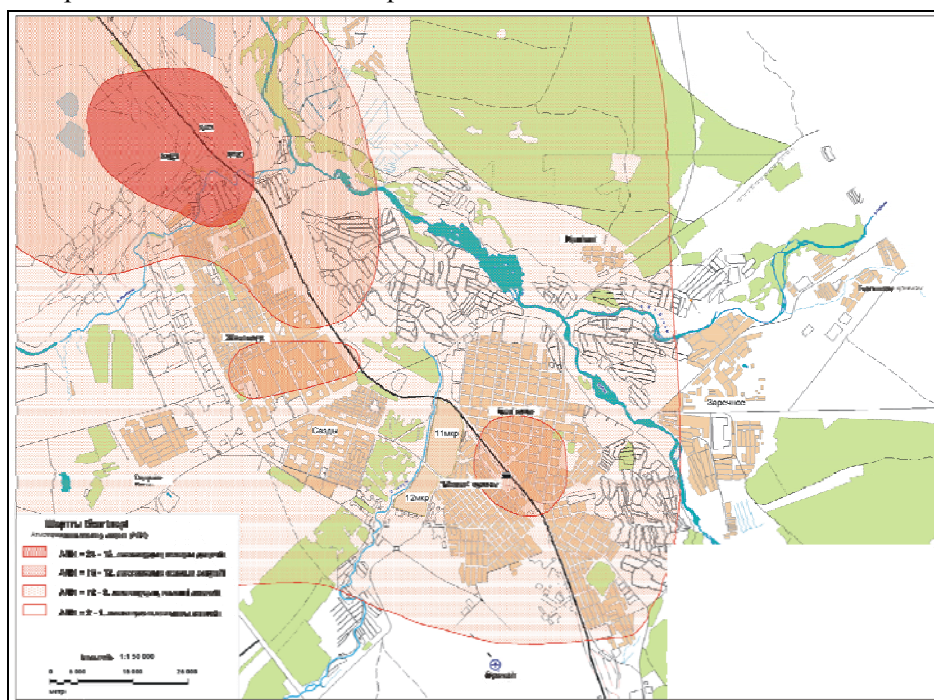
Қазіргі кезде Ақтөбе қаласының атмосфера жағдайына тигізетін елеулі әсері бойынша жылу-энергиясымен қамтамасыз ететін кәсіпорындар қатарында «Ақтөбе ЖЭО» ЖАҚ айқындалады. Қаланың кәсіпорындарында орналасқан технологиялық қазандықтар атмосфераны ластанудың аз қуатты көздері болып табылады [3].

Жылу көздерінің шығарындылары толығымен қолданылатын отын сапасымен анықталады. Ақтөбе қаласының жылу көздерінің қолданатын басты отын түрлері табиғи және мұнайға серітес газ, мазут. Атмосфераға жылу көздерінің түтін құбырлары арқылы атмосфераға төмендегілер шығарылады: азот диоксиді, азот оксиді, көміртегі оксиді, күкірт диоксиді, мазутты күл.

Атмосфераның ластануына елеулі әсер ететін өнеркәсіптік кәсіпорындар құрамына: «АХҚЗ» АҚ, Ақтөбелік хром қосындылар зауыты, «Феррохром» АҚ, Ақтөбе ферроқорытпа зауыты, «Көктас-Ақтөбе» ЖАҚ силикат зауыты, «КТП-Транс» ЖШС, «Жаңа Әлжан» ЖШС жармакомбинаты, «Өмірбек» ЖШС, «Стройдеталь» ЖШС, «МО-2» ЖШС, «Әдемі» ЖШС, «Максимус» АҚ, «Ақтурбо» ЖШС, «Рамазан» ЖШС нанкомбинаты, «Ақтөбе-нан» ЖАҚ, «Сласти Ақтөбе» кондитерлік фабрикасы, «Асфальт» ЖШС локомотив депосы. Өнеркәсіп кәсіпорындарының зиянды заттар сипаттамалары өнеркәсіптік өндіріс сипатымен анықталады. 3-суретте Ақтөбе қаласының атмосфералық ауасының ластануы берілген [4].

Атмосфераға шығарылатын ластанушы заттар тізімі (2-кесте).
Шығарындылардың жүргізілген түгендеуге сәйкес, өнеркәсіп кәсіпорындарнан қала атмосферасына шығарылатын зиянды заттардың – 56, соның ішінде қауіптіліктің бірінші сыныбы бойынша 4, екінші – 15,

үшінші – 15, төртінші – 5. Қалған заттардың адам және қоршаған орта үшін улылығын бағалауы кестеде келтірілген және нақтылану үстінде, сондықтан олар үшін бағытталған қауіпсіз әсер деңгейлері (БҚӘД) орнатылған. Мұндай заттар – 17. Санитарлық нормалармен ластаушы заттар тізімі 2-кестесінде келтірілген.



Сурет. 3. Ақтөбе қаласының атмосфералық ауасының ластануы [4].

Қаланың атмосфералық ауасына шығарылатын ластаушы заттар 17 жиынды топтарын, соның ішінде шаң бойынша қосындыны береді. Бірбағытты әрекеті бар кейбір заттардың жиынды әсер нәтижесі атмосфералық ауа ластануының қауіпті деңгейлерін әкеледі.

Кесте 2

Ластаушы заттар тізімі

Зат атауы	Максим. реттік РШШ, мг/м ³	Орта-тәуліктік РШШ, мг/м ³	БҚӘД, мг/м ³
<i>Қауіптіліктің бірінші сыныбы</i>			
Хром (VI) (Хром алтывалентті) (хромның үштотығына қайта есептеуде)	-	0,0015	-
Бенз(а)пирен (3,4-Бензпирен) (диВанадий-дің пентоксидіне есептеу (шаң) (Ванадий бестотығы)	-	0,000001	-
	-	0,002	-

Зат атауы	Максим. реттік РШШ, мг/м ³	Орта- тәуліктік РШШ, мг/м ³	БҚӘД, мг/м ³
Қорғасын және оның ағзалық емес қосындылары (қорғасынға қайта есептеуде)	0,001	0,0003	-
<i>Қауіптіліктің екінші сыныбы</i>			
Хлор	0,1	0,03	-
Ағзалық емес нашар еритін фторидтер – (алюминий фториді, кальций фториді, натрий гексафторалюминат)	0,2	0,03	-
Проп-2-ен-1-аль (Акролеин)	0,03	0,01	-
Мыс (II) оксиді	-	0,002	-
Никель оксиді	-	0,001	-
Азот(IV) оксиді (Азот диоксиді)	0,085	0,04	-
Күкіртсутегі	0,008	-	-
Жылу электр орталықтарының мазутты күлі	-	0,002	-
Формальдегид	0,035	0,003	-
Марганец және оның қосындылары	0,01	0,001	-
Фторлы газтекті қосындылар - гидрофторид, кремний тетрафторид	0,02	0,005	-
Гидрохлорид (Хлорлы сутегі, Тұзды қышқыл)	0,2	0,1	-
H ₂ SO ₄ күкірт қышқылы молекуласы бойынша	0,3	0,1	-
Азот қышқылы	0,4	0,15	-
Жақсы еритін ағзалық емес фторидтер – (натрий фториді, натрий гексафториді)	0,03	0,01	-
<i>Қауіптіліктің үшінші сыныбы</i>			
70 %-дан жоғары кремний екі тотығынан тұратын ағзалық емес шаң (динас және т.б.)	0,15	0,05	-
Магний оксиді	0,4	0,05	-
Кремнийдің 20 %-дық екітотығынан төмен ағзалық емес шаң (доломит және т.б.)	0,5	0,15	-
Дәнді шаң (сақтау саңырауқұлақтары бойынша)	0,5	0,15	-
Ксилол (о-, м-, п- изомерлер қоспасы)	0,2	-	-
Ацетальдегид	0,01	-	-
Темір (II, III) оксидтері	-	0,04	-
Толуол	0,6	-	-
Қара көміртегі (күйе)	0,15	0,05	-

Зат атауы	Максим. реттік РШШ, мг/м ³	Орта-тәуліктік РШШ, мг/м ³	БҚӘД, мг/м ³
2-Метилбут-1, 3-диен (Изопрен)	0,5	-	-
Күкірт диоксиді (Күкірт ангидридi)	0,5	0,05	-
Ағзалық емес шаң: 70...20 % кремний екіоксиді (Шамот, Цемент және т.б.)	0,3	0,1	-
Азот(II) оксиді	0,4	0,06	-
Мырыш оксиді	-	0,05	-
<i>Қауіптіліктің төртінші сыныбы</i>			
C12-C19 шекті көмірсутектері (РПК еріткіші – 265П және т.б.)	1	-	-
Бензин (мұнайлы, азкүкіртті)	5	1,5	-
Көміртегі оксиді	5	3	-
Аммиак	0,2	0,04	-
Натрий гидроксиді (натрий гидрототығы, улы натр, күйдіргіш сода)	-	-	0,01
Кальций оксиді (сөндірілмеген әк)	-	-	0,3
натрий карбонаты – 49 %; аммоний сульфаты – 49 %; натрий нитропруссиді – 2 %	-	-	0,04
Ванадий шаңы (ванадий – 71,1 %, алюминий – 25,9 %)	-	-	0,005
Ағаш текті шаң	-	-	0,5
Абразивті шаң	-	-	0,04
Кальций карбиді	-	-	0,3
C1-C5 шекті көмірсутектер қоспасы	-	-	50
Метан	-	-	50
C6-C10 шекті көмірсутектер қоспасы	-	-	30
Жермай	-	-	1,2
Минералды мұнайлы май	-	-	0,05
Эмульсиялы қоспа: су – 97,6 %, натрий нитриті – 0,2 %, кальцийлі сода – 0,2 %, минералды май – 2 %	-	-	0,05
Орнықтырғыш	-	-	0,04
Нитролотриметилентрис (фосфонды) қышқылы	-	-	0,03
9, 10 – Антрацендинон (9, 10 – Антрахинон)	-	-	0,02
Үшвалентті хром қосындылары	-	-	0,01

БҚӘД – бағытталған қауіпсіз әсер деңгейлері.

Қауіптіліктің бірінші және екінші санатына жататын ластаушы заттар шығарындылары елеулі қауіптілік танытады, Ақтөбе қаласындағы кәсіпорындар

шығарындыларындағы мұндай заттар есептемесі сәйкесінше 8 және 7. Жиырма ластаушы заттардың қауіптілік коэффициенті 1-ден аз емес [1].

Ақтөбе қаласының қоршаған ортасының экологиялық ахуалы келесілерді сипаттауы қажет:

1. Азот диоксиді мен формальдегид қаладағы атмосфералық ауаның ластану деңгейіне әсер ететін басты элементтер болып табылады, шамалы дәрежеде әсер ететін элементтер – бенз(а)пирен. Күзгі-қысқы кезеңде оларға шаң (өлшенген заттар) қосылады;
2. Атмосфералық ауаның «Күз-қыс» тексеру нәтижелері бойынша ластануының айтарлықтай жоғары деңгейі қаланың батыс (өнеркәсіптік) және орталық (ескі қала ауданы, Заречный қыстағының солтүстік бөлігі) бөліктеріне сипатты, мұнда атмосфераның ластануының кешенді индекс мәндері ластанудың күшті деңгейіне жетеді;
3. Қаланың Қарғалы, Тұрғындар қонысы, Заречный сияқты шығыс аудандары атмосфералық ауаның «көктем-жаз» және «күз-қыс» кезеңдеріндегі ластануының әлсіз деңгейімен сипатталады;
4. Формальдегид және азот диоксиді атмосфералық ауаның айтарлықтай ластаушысы болып табылады, формальдегидтің ортатәуліктік шоғырлануы көктем-жазғы кезеңдерінде қаланың батыс бөлігінде және тұрғындар қалашығы ауданында РШШ-ның 3-тен 5-ке дейінгі мәндеріне және күз-қыс кезеңдерінде 9-ға дейінгі мәнге жетеді;
5. Азот диоксиді бойынша РШШ-ның жоғары мәндері қаланың батыс бөлігінде көктем-жазғы кезеңде – 12 РШШ және күз-қыс кезеңдерінде 4,7 РШШ мәніне жетеді;
6. Шаңның (өлшенген заттар) жоғары мәндері ортатәуліктік шоғырланулары 12,3 РШШ жету кезіндегі күз-қыс кезеңдерінде байқалады;
7. Ақтөбе қаласы аумағы табиғи орталармен, ең алдымен ауаның басым ластаушы заттардың (бенз(а)пирен, көмірсутектер, озон, қорғасын және т.б.) айтарлықтай кең спектрін қалыптастырумен, терең кешенді зертеулерін, сонымен қатар халықтың экологиялық ахуалы мен денсаулығының қазіргі мониторингтік зерттеулерін жүргізу қажет;
8. Қаладағы ауа бассейнінің ластануының басты себептері – технологиялық процестердің жетілмегендігі, өнеркәсіптік кәсіпорындар мен қазандықтарда тазартпа қондырғыларының болмауы және тиімсіз пайдаланылуы, санитарлы-қорғау зоналарының

жеткіліксіз көгалдануы, көліктер мен жеке тұрғын үй секторларының лаптаушы заттар шығарындылары;

9. Ақтөбе қаласында ауаның ластануын бақылау орындары (ЛБО) жеткіліксіз, сондықтан АЛИ мәндерімен анықталатын атмосфераның жерге жақын қабатының ластану деңгейлері шынайы емес, себебі аталған көрсеткіш қаладағы ЛБО жағдайы мен санына тікелей тәуелді. Сонымен қатар қалыптасқан ЛБО органың ластану көрсеткіштерін автоматты өлшеу қондырғыларымен қамтылмаған және анықталатын басым химиялық элементтердің жеткіліксіз тізімі ұшырасады;
10. Қалада көлік санының артуына байланысты әсер ету мәселесі және оны шешу бағдарламасы шешілмей жатыр. Жол желісі оңтайландыруды қажет етеді, электр көлігінің, әсіресе трамвайдың дамымауы байқалады. Көптеген ірі еуропалық қалаларда трамвайлық қатынас кең пайдаланылады. Қазіргі трамвайлардың қолданылуы бар сауатты жобаланған трамвайлық желі бірқатар экологиялық, әлеуметтік-экономикалық, мәдени және басқа да мәселелерді шешуге мүмкіндік береді;
11. Қалада жасыл өсімдіктердің айтарлықтай алаңдары бар, бірақ көгалдандырудың дамуына жасыл алаңдарға жауапты адамдар мен жеке меншік иелерінің мекемелік бытыраңқылығы және жасыл өсімдіктердің дендрологиялық құрамының ойластырылмауы кедергі келтіреді. Тоғайлардың түрлерін және қаланы көгалдандырудың тиімді жүйесін анықтау мен орналастыру орындарын тиімді таңдау мақсатында қаланың дендрологиялық атласын жетілдіру.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Анализ состояния окружающей среды. Выявление социально-экономических факторов и условий, оказывающих воздействие на загрязнение атмосферного воздуха – Астана, 2010. – С. 37-40 – Руководитель проекта А.Г. Богданович.
2. Изучение загрязнения природной среды и районирование территории города Актөбе по уровню экологической напряженности: Отчет – Актөбе, 2010. – С. 73-76 – Руководитель проекта Г.В. Федоров.
3. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценки загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию / Под ред. М.Ж. Бурлибаева. – Астана: Каганат, 2003. – 32 с.

4. Научно-методическое обеспечение и разработка программ перехода к устойчивому развитию: Разработка сводного проекта нормативов предельно допустимых эмиссий (выбросов) в атмосферу г. Актобе – Алматы, 2008. – С. 69-75 – Руководитель проекта А.А. Корчевский
5. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана. Статистический сборник / Под ред. А. Смаилова – Астана, 2009. – С. 25-26.
6. Сетко Н.П., Альмурзаева С.И., Лимешкина Е.С., Яковлева Н.А., Федоров Г.В. Экологическая характеристика состояния окружающей среды на территории промышленного комплекса города Актобе (Казахстан) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. № 5(3). – С. 638-640.
7. Экологическое районирование территории Актюбинской области и входящих в нее эколого-географических районов: Отчет о НИР / ОАО «АктюбНИГРИ» 2 части. – Актобе, 2004. – С. 23-26.

Поступила 11.12.2012

Канд. геогр. наук А.М. Сергеева

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА АКТОБЕ

В статье дана оценка загрязнения атмосферного воздуха города Актобе. В городе Актобе кроме традиционных загрязняющих веществ – пыли формальдегида, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, бенз(а)пирена, в воздухе определили свинец и хром. В статье приведены необходимые предложения, для улучшения экологической обстановки окружающей среды города.

УДК 614.8.084+504.061.2:69.05(075.8)

Доктор техн. наук	М.Ж. Бурлибаев *
Доктор геогр. наук	Н.А. Амиргалиев **
Канд. геол.-мин. наук	Е.Ж. Муртазин *
	И.В. Шенбергер *
	А.С. Перевалов *
	Д.М. Бурлибаева ***

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКЕ ЕРТИС И ХАРАКТЕР ИХ ТРАНСФОРМАЦИИ

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ, КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ, РЕЧНАЯ ЭКОСИСТЕМА, РЕЧНАЯ ДОЛИНА

В речной экосистеме качество вод и количественные характеристики составляют целостность речного стока. Качество вод рек исследуемого района далеко не соответствует требованиям современных стандартов. Поэтому, в предлагаемой статье анализируются гидрохимический режим и токсикологические показатели рассматриваемых водотоков в совокупности с их гидрологическим режимом. В противном случае, т.е. когда гидрологический, гидрохимический режимы и токсикологические показатели рассматриваются, дифференцировано, это может привести к непоправимым результатам.

Оценка гидрохимических и токсикологических показателей трансграничного стока р. Кара Ертис – с. Боран

Транзитный сток р. Ертис (Иртыш) характеризуется малой минерализацией со значениями в 2010 г. от 116 до 211 мг/дм³, а за 8 месяцев 2011 г. в пределах 137...277 мг/дм³. По ионному составу вода гидрокарбонатно-кальциевая. Для сравнительной оценки качественных показателей притока в табл. 1 представлены данные за 2010 и 2011 годы.

* Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы

** Институт Географии МОН РК, г. Алматы;

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

Гидрохимические и токсикологические параметры
трансграничного стока р. Ертис

Показатель	Единица измерения	2010 г.			2011 г. (10 месяцев)	
		среднее	min	max	min	max
Минерализация	мг/дм ³	164,8	116,0	219,0	137,0	277,0
БПК ₅	мг/дм ³	2,416	1,000	4,030	1,040	3,760
Фосфаты	мг/дм ³	0,018	0,000	0,057	0,000	0,050
Кремний	мг/дм ³	2,255	1,500	4,500	1,500	4,400
Железо общее	мг/дм ³	0,097	0,000	0,620	0,000	0,150
Медь	мкг/дм ³	1,075	0,000	3,400	1,000	2,100
Цинк	мкг/дм ³	0,558	0,000	1,400	0,000	1,000
Никель	мкг/дм ³	0,850	0,000	2,000	0,000	2,000
Хром (6+)	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Свинец	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ванадий	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	-	-
Ртуть	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Кадмий	мкг/дм ³	0,108	0,000	0,300	0,100	0,500
Марганец	мкг/дм ³	4,250	1,800	7,900	0,000	8,600
Мышьяк	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Летучие фенолы	мг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,021	0,000	0,030	0,020	0,040
Фториды	мг/дм ³	0,131	0,000	0,280	0,000	0,000
Окисляемость	мгО ² /дм ³	6,225	4,000	11,30	6,500	4,400
Сумма азота	мг/дм ³	0,621	0,000	1,680	0,000	0,210

Концентрация органических соединений в речной воде невысокая, значения бихроматной окисляемости варьировала в диапазоне от 4,0 до 11,0 мгО²/дм³, в 2011 г. отмечалась равномерность по месяцам в пределах 4,4...6,5 мгО²/дм³. Некоторый рост окисляемости воды отмечается в период паводка.

Величина БПК₅ в 2010 г. в 20 % анализированных проб превысила уровень ПДК, максимальные показатели 4,030 мг/дм³ отмечались в ноябре – феврале и в паводковом стоке. В 2011 г. наблюдалась аналогичная картина, значения выше ПДК регистрировались в январе, феврале и мае.

Суммарная концентрация минеральных форм азота достигала в период паводка (май) 2010 г. 1,410 и 1,660 мгN/дм³, при этом до 10 раз превысил уровень ПДК нитритный азот. В остальные месяцы аммонийный, нитритный азот практически отсутствовал, нитратный отмечался в кон-

центрациях 0,200...0,600 мгN/дм³, в паводок до 1,300 мгN/дм³, иногда отсутствовал.

Аналогичные данные получены и в 2011 г., аммонийный азот отмечен только в январе и июне, остальные формы с января по август практически отсутствовали, что вызывает сомнение.

Из биогенных соединений фосфор и кремний регистрировались в концентрациях ниже ПДК, повышение фосфатов отмечено в июне, в осенне-зимний период они часто отсутствовали, такая же в целом картина наблюдается по данным 2011 г. Фосфаты присутствовали в январе, феврале и апреле, мае в концентрациях до 0,040 и 0,050 мг/дм³.

Таким образом, основные гидрохимические параметры трансграничного стока реки отвечают нормативным требованиям качества вод водоемов рыбохозяйственного значения.

По режиму тяжелых металлов в трансграничном стоке можно указать на следующее: согласно полученным в 2010 и 2011 гг. данным, ряд металлов в трансграничном стоке отсутствовали, а именно: хром, свинец, ванадий, ртуть, бериллий и мышьяк. Такие элементы, как цинк, никель, кадмий и марганец зарегистрированы в трансграничном стоке (в 2010 и 2011 гг.) в концентрациях ниже ПДК. Внутригодовое их распределение в целом равномерное, некоторое повышение их содержания отмечается зимой иногда в период паводка.

Целесообразно более подробно рассмотреть режим меди и общего железа, концентрация которых превышает ПДК. Общее содержание железа в 2010 г. в 60 % анализированных проб превысило ПДК до 10 раз, в 3 % проб – выше 10 раз. Среднегодовая концентрация составила 0,097 мг/дм³, т.е. в пределах ПДК. Максимальные концентрации от 0,120 до 0,620 мг/дм³ зарегистрированы в пробах воды, отобранных в апреле – июне 2010 г. В 2011 г. содержание этого элемента резко снизилось лишь в апреле, оно составило 0,15 мг/дм³, в мае 0,10 мг/дм³, т.е. на уровне ПДК.

Медь в 41 % анализированных проб воды превысила ПДК до 10 раз, максимальная концентрация, составившая 3,4 ПДК, отмечена в мае, в весенние месяцы отмечена ее повышение, к осени снижается иногда до аналитического нуля. По неполным данным 2011 г. в речной воде медь регистрировалась на уровне ПДК (1,0 мкг/дм³), лишь в апреле содержание ее составило 2,10 мкг/дм³.

Таким образом, трансграничный сток р. Ертис по содержанию тяжелых металлов оценивается как нормативно-чистый, за исключением меди, достигавшей уровня 1,5...3,4 ПДК лишь в период паводка 2010 г.

Из числа загрязняющих веществ органического происхождения летучие фенолы и СПАВ в речном стоке в 2010 и 2011 гг. отсутствовали. В мае 2010 г. концентрация нефтепродуктов составила 0,03 мг/дм³, т.е. ниже ПДК (0,05 мг/дм³). В остальные сезоны доминировала концентрация 0,02 мг/дм³. По данным 2011 г., этот показатель менялся в интервале 0,02...0,04 мг/дм³, т.е. не достигал ПДК. Фториды в 2011 г. не были обнаружены, а в 2010 г. среднее их содержание составило 0,131 мг/дм³, а максимальное 0,280 мг/дм³ (ниже ПДК).

На основании выше изложенного следует заключить, что трансграничный сток р. Ертис не характеризуется существенной загрязненностью. По концентрации и динамике гидрохимических и токсикологических параметров речная вода удовлетворяет нормативным требованиям для водоемов рыбохозяйственного назначения. Наблюдаемые в отдельные периоды превышение уровня ПДК по меди и железу заметно не снижает качества речной воды.

Оценка изменений гидрохимических и токсикологических параметров в Буктырминском водохранилище

Наблюдение за гидрохимическим режимом в Буктырминском водохранилище ведется сетью Казгидромета в двух точках – у с. Куйган и у пос. Буктырма.

Разумеется, что транзитный сток р. Кара Ертис (Черный Иртыш) никакого влияния на гидрохимический режим и токсикологическое состояние Буктырминского водохранилища не оказывает. Трансформация качественных показателей речного стока происходит в пределах оз. Жайсан.

Согласно результатам наблюдений в течение 2010 года у с. Куйган в воде водохранилища отмечено превышение ПДК по кремнию и общему железу в 3-х из 6-ти отобранных проб. В 83 % проб отмечено превышение концентрации по меди до 10 ПДК. Значения остальных гидрохимических показателей находилось в пределах нормативных уровней.

В воде водохранилища не были обнаружены: цинк, хром (+6), ванадий, ртуть, мышьяк и нефтепродукты, а свинец не определялся. Концентрация общего железа за период с июня по сентябрь обнаружена в интервале 0,020...0,080 мг/дм³, с максимумом в июле и августе. Наиболее высоко-

кое содержание меди наблюдалось в июле и августе и составило 3,3 ПДК, минимум около 1 ПДК.

Никель и кадмий регистрировались в воде водохранилища непостоянно. Повышенное содержание никеля до 2,80 мкг/дм³ наблюдалось в августе, а кадмия – в июле. Аналогичный режим за летний период был характерен и для марганца, в июле он не был обнаружен, в отличие от двух рассмотренных элементов, максимум его концентрации зарегистрирован в июне.

Минерализация воды составила от 180 до 203 мг/дм³, по ионному составу вода водохранилища гидрокарбонатно-кальциевая, что свойственно слабоминерализованным водам. Содержание фторидов невысокое до 0,240 мг/дм³, т.е. не достигает уровень ПДК.

Величина бихроматной окисляемости невысока от 8,2 до 12,5 мгО²/дм³, БПК₅ – от 1,0 до 1,7 мг/дм³, а летучие фенолы были обнаружены лишь в июле и августе в количестве 0,001 мг/дм³.

Из приведенных выше данных следует, что вода водохранилища в районе с. Куйган не содержит органических загрязнений, включая нефтяные углеводороды. В ней нет целого ряда тяжелых металлов. Незначительное превышение ПДК по железу и меди не снижает качество воды. Впадающие в водохранилище реки Куршим и Букон (выше с. Куйган), видимо, не оказывают негативного влияния на качество воды водоема.

Качество воды Буктырминского водохранилища в районе его плотины можно характеризовать материалами наблюдения у пос. Буктырма. Режим гидрохимических и токсикологических показателей в данной точке аналогичен с предыдущей. В воде данного створа незначительно превышают ПДК общее железо и медь, максимальная концентрация последнего показателя достигает 5,4 ПДК, в основном от 1,1 до 3,1 мкг/дм³. Содержание общего железа от 0,060 до 0,160 мг/дм³. Для воды Буктырминского водохранилища характерно повышенное содержание кремния. На данном гидропосту оно составило от 2,0 до 12,4 мг/дм³, в единичных случаях до 30,1 мг/дм³, а у с. Куйган – до 14,0 мг/дм³.

В воде данной точки отсутствовали хром (6+), ванадий, ртуть и мышьяк. В трех из шести проанализированных проб воды обнаружен цинк в концентрациях от 1,0 до 2,6 мкг/дм³ при значении ПДК 10 мкг/дм³. Кадмий в 33 %, а никель – в 66 % проанализированных проб отсутствовали, найденные концентрации первого составили 0,20...0,30 мкг/дм³, а второго – 1,00 мкг/дм³ при их ПДК 5 мкг/дм³ и 10 мкг/дм³. Во всех пробах воды

обнаружен марганец в концентрациях от 1,70 мкг/дм³ до 3,5 мкг/дм³, т.е. в количестве значительно ниже ПДК.

Вода водохранилища слабо минерализована в пределах 105...172 мг/дм³, по ионному составу гидрокарбонатно-кальциевая. Концентрация фторидов невысокая от 0,150 до 0,250 мг/дм³.

Из органических загрязняющих соединений значения БПК₅ в пределах 1,110...2,730 мг/дм³, т.е. ниже ПДК. Средняя величина бихроматной окисляемости за вегетационный период составила 4,4 мгО²/дм³, максимум 16,4 мгО²/дм³. Летучие фенолы и нефтепродукты были обнаружены в воде лишь в июне в количестве 0,001 и 0,020 мг/дм³, в остальные месяцы отсутствовали. Эти данные свидетельствуют об отсутствии в воде водохранилища загрязняющих веществ органического происхождения.

На основании изложенного материала можно отметить, что вода Буктырминского водохранилища как в районе с. Куйган, так и в п. Буктырма не характеризуется значительной загрязненностью. Незначительное превышение ПДК по железу и меди не представляет опасности при использовании вод в хозяйственно-бытовых целях и не снижает качество их в отношении среды обитания гидробионтов.

Исходя из результатов наблюдений, следует отметить, что впадающие в водохранилище реки Буктырма, Нарым и др. не оказывают загрязняющего влияния на водоем в районе пос. Буктырма.

Гидрохимические и токсикологические показатели р. Ертис в районе г. Усть-Каменогорска

В районе г. Усть-Каменогорска наблюдение за качеством воды р. Ертис ведется в трех точках. По точке 0,5 км ниже сброса Титаномагниевого комбината (ТМК) табличный материал имеется за 2010 г., по точке – 0,8 км ниже плотины ГЭС – за 2010 и 2011 гг., а по точке 3,2 км ниже впадения р. Ульбы – за 2011 г. (январь – август). Материалы наблюдений в указанных точках показывают в целом сходство режима гидрохимических и токсикологических параметров (табл. 2).

Анализ материалов по створу 0,8 км ниже плотины ГЭС показывает следующее: из биогенных соединений лишь аммонийный азот в июне 2010 г. незначительно превысил ПДК. Остальные соединения группы азота, фосфор и кремний как в 2010 г., так и в 2011 г. обнаружены в количестве ниже ПДК.

Таблица 2

Среднегодовые значения концентраций гидрохимических и токсикологических показателей р. Ертис в районе г. Усть-Каменогорска

Показатель	Единица измерения	0,8 км ниже плотины ГЭС		0,5 км ниже сброса ТМК	3,2 км ниже впадения р. Ульбы
		2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
Минерализация	мг/дм ³	187,0	181,0	139,3	238,4
БПК ₅	мг/дм ³	1,469	1,658	1,818	2,311
Фосфаты	мг/дм ³	0,026	0,018	0,048	1,256
Кремний	мг/дм ³	2,733	3,680	3,167	4,400
Железо общее	мг/дм ³	0,135	0,054	0,392	0,096
Медь	мкг/дм ³	1,425	1,000	1,617	2,387
Цинк	мкг/дм ³	0,458	0,425	5,000	0,875
Никель	мкг/дм ³	0,900	0,687	1,333	1,228
Хром (6+)	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000
Ванадий	мкг/дм ³	0,000	-	0,000	-
Ртуть	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000
Кадмий	мкг/дм ³	0,250	0,320	2,417	0,460
Марганец	мкг/дм ³	2,283	1,675	4,017	2,675
Мышьяк	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000
Летучие фенолы	мг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,014	0,021	0,017	0,027
Фториды	мг/дм ³	0,095	0,000	0,128	0,000
Окисляемость	мгО ² /дм ³	6,167	5,350	7,625	7,925
Сумма азота	мг/дм ³	0,202	0,411	0,313	2,053

Из тяжелых металлов общее железо лишь в мае 2010 г., т.е. в период паводка, незначительно превысил уровень ПДК. Максимальные концентрации меди наблюдались на уровне до 5,1 ПДК в 2010 г. и до 1,6 ПДК – в 2011 г. В ряде случаев она регистрировалась в концентрациях ниже ПДК.

Такие элементы как цинк, никель, кадмий и марганец зарегистрированы в концентрациях ниже ПДК. Цинк в 2010 г. в 60 %, а в 2011 г. – в 75 % проб не был обнаружен, примерно такой же режим был характерен для никеля, кадмия в 2010 и 2011 гг. и марганца в 2011 г. В 2010 г. содержание марганца было в интервале от 1,2 мкг/дм³ до 4,7 мкг/дм³ при ПДК – 10,0 мкг/дм³.

Хром (+6), ванадий, ртуть, мышьяк, а также летучие фенолы в воде данного створа отсутствовали и в 2010, и в 2011 гг. Фториды в 2010 г.

присутствовали в 60 % проб в количестве от 1,0 до 2,4 мг/дм³, а в 2011 г. они в воде не были обнаружены.

Содержание органических веществ в 2010 и 2011 гг. характеризуется низкими значениями. Бихроматная окисляемость была в интервале 6,167 и 5,350 мгО²/дм³, а БПК₅ – 1,469 и 1,658 мг/дм³ соответственно (см. табл. 2). Нефтепродукты в воде содержатся в незначительных концентрациях 0,02 и 0,03 мг/дм³, в 30...35 % взятых пробах воды они отсутствовали. Минерализация речной воды невысокая в среднем за рассматриваемые годы 187 и 181 мг/дм³. Таким образом, на данном участке (0,8 км ниже плотины ГЭС) гидрохимические и токсикологические параметры речной воды находятся на нормативном уровне, незначительное превышение ПДК по некоторым показателям не представляет опасности для гидробионтов и водопользователей.

Анализ результатов наблюдений у створа 3,2 км ниже впадения р. Ульбы показывает, что в феврале и июне 2011 г. отмечено повышение в воде содержания аммонийного азота до 2,6 и 6,5 ПДК, концентрация меди изменялась в пределах 0,50...1,90 мкг/дм³ (0,5...1,9 ПДК), в единственном случае достигала 9,7 ПДК. Из остальных металлов в воде постоянно регистрировался марганец в количестве от 1,00 до 4,00 мкг/дм³, т.е. ниже ПДК. Концентрация цинка, никеля и кадмия отмечалась на уровне ниже ПДК, примерно в 25...40 % анализированных проб они не были обнаружены. Такие соединения как хром (+6), бериллий, ртуть, мышьяк, летучие фенолы и фториды в речной воде отсутствовали.

Из биогенных соединений обращают внимание повышенные концентрации фосфатов до 1,49 и 4,21 мг/дм³ в июне и августе 2011 г. Объяснить причину такой аномальной концентрации фосфатов затруднительно, так как в воде р. Ертис выше данного створа и р. Ульбы эти соединения регистрируются в незначительном количестве.

Содержание органических веществ невысокое, среднее значение БПК₅ 2,3 мг/дм³, окисляемости воды – 7,9 мгО²/дм³. Как и на других участках реки, вода характеризуется слабой минерализацией, гидрокарбонатно-кальциевого состава. Вода р. Ертис на данном створе характеризуется нормативным качеством.

В пределах территории г. Усть-Каменогорска несколько большей загрязненностью воды характеризуется участок в 0,5 км ниже сброса ТМК. По аммонийному и нитритному азоту превышение ПДК наблюдалось в апреле – июне 2010 г., т.е. в основном в период паводка. В эти же

месяцы отмечалось повышение содержания общего железа до 6...8 ПДК. Концентрация меди сравнительно невысока от 1,3 до 3,0 ПДК, в сентябре и декабре она не была обнаружена. Повышенное содержание цинка (1,1...2,0 ПДК) отмечено в январе и феврале, а кадмия – лишь в январе (1,6 ПДК), в остальные месяцы количество их существенно понизилось.

Постоянное присутствие (от 1,9 до 7,5 мкг/дм³), но в концентрациях ниже ПДК, отмечено для марганца. Также в невысоких концентрациях обнаруживается никель, но в отдельные месяцы он совсем отсутствовал. Хром (6+), ванадий, ртуть, мышьяк в воде отсутствовали, не были обнаружены и летучие фенолы. Невысоким содержанием характеризуется органическое вещество: бихроматная окисляемость была в пределах 4,0...9,8 мгО²/дм³, лишь в паводок (апрель) она достигла 20 мгО²/дм³. Среднее значение БПК₅ составило 1,8 мг/дм³, максимум (3,0 мг/дм³) отмечался в марте. Содержание фторидов невысокое, максимум его (3,8 мг/дм³) отмечен в период паводка.

В отличие от рассмотренного выше створа, в воде данной точки концентрация фосфора была невысока от 0,011 до 0,071 мг/дм³ с максимумом (0,154 мг/дм³) в апреле, т.е. в паводковый период. Содержание кремния на уровне значений, отмечено для расположенных выше створов. Вода слабоминерализована в среднем 139 мг/дм³ (табл. 2).

На основе приведенного анализа материала по трем створам следует указать, что вода р. Ертис в пределах г. Усть-Каменогорска характеризуется невысокой загрязненностью, в основном за счет превышения уровня ПДК некоторыми тяжелыми металлами и соединениями азотной группы.

Показатели качества воды р. Ертис ниже г. Усть-Каменогорска

Динамика гидрохимических и токсикологических параметров р. Ертис у с. Предгорное в 2010 и 2011 гг. представлена в табл. 3.

В 2010 г. в воде данного створа наблюдалось превышение ПДК по аммонийному (в марте-июне) и нитритному азоту (в апреле), т.е. в период весеннего паводка. Аналогичное небольшое превышение аммонийным азотом уровня ПДК отмечалось в апреле и мае 2011 г., а также по БПК₅ в апреле этого года при значении 4,36 мгО²/дм³.

Из числа тяжелых металлов общее железо превысило нормативный уровень в 2010 г. в 85 % анализированных проб, а в 2011 г. в 40 % проб, а

именно в 2-х из 5-ти анализируемых пробах. В пробах, отобранных преимущественно в зимний период, эти соединения обнаружены не были.

Медь в 75 % проб как в 2010 г., так и в 2011 г., превысила уровень ПДК от 1,0 до 5,2 раза. Максимальные концентрации ее (4,0...5,2 мкг/дм³) зарегистрированы в марте и мае, очевидно, в результате смыва ее с поверхности водосбора реки и ее некоторых притоков весенними талыми водами, а также в составе ливневого стока с территории крупных населенных пунктов и промышленных предприятий.

Таблица 3

Показатели качества воды р. Ертис ниже впадения р. Красноярки

Показатель	Единица измерения	2010 г.			2011 г. (8 месяцев)	
		среднее	min	max	min	max
Минерализация	мг/дм ³	216,8	184,0	282,0	186,0	204,0
БПК ₅	мг/дм ³	1,474	1,000	2,470	1,200	4,360
Фосфаты	мг/дм ³	0,069	0,000	0,249	0,000	0,090
Кремний	мг/дм ³	3,000	2,200	4,300	2,800	5,400
Железо общее	мг/дм ³	0,255	0,000	0,600	0,040	0,710
Медь	мкг/дм ³	2,158	0,000	5,200	0,600	4,000
Цинк	мкг/дм ³	24,10	0,000	96,00	0,000	1,900
Никель	мкг/дм ³	1,350	0,000	3,400	0,000	1,500
Хром (6+)	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Бериллий	мкг/дм ³	-	-	-	0,000	0,000
Ванадий	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	-	-
Ртуть	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Кадмий	мкг/дм ³	0,750	0,300	1,500	0,000	0,700
Марганец	мкг/дм ³	6,267	1,700	13,00	1,000	7,100
Мышьяк	мкг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Летучие фенолы	мг/дм ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,032	0,000	0,200	0,000	0,030
Фториды	мг/дм ³	0,123	0,000	0,310	0,000	0,000
Окисляемость	мгО ² /дм ³	7,958	4,000	15,00	6,600	9,200
Сумма азота	мг/дм ³	0,294	0,000	0,965	0,510	1,340

В отличие от рассмотренных выше створов, за исключением гидропоста 0,5 км ниже сброса ТМК, в 2010 г. в 42 % отобранных проб, цинк превысил уровень ПДК от 1,6 до 9,6 раза, а в 2011 г. концентрация его находилась в пределах 1,0...1,9 мкг/дм³, т.е. 0,1...0,2 ПДК, в январе и августе он отсутствовал. Наиболее высокое содержание в 2010 г. 60,0 и 96,0 мкг/дм³, т.е. 6,0 ПДК и 9,6 ПДК отмечалось в феврале, мае и октябре. Следовательно, рост концентрации вызван антропогенным загрязнением.

Еще одним элементом, превысившим ПДК в воде данного створа, является марганец, который в воде предыдущих участков реки обнаруживался в концентрациях ниже ПДК. Наиболее высокое его содержание 12,0...13,0 мкг/дм³ (1,2...1,3 ПДК) зарегистрировано в январе, марте и мае 2010 г., в остальные месяцы, а также в 2011 г. марганец отмечался в количестве ниже уровня ПДК.

Никель и кадмий регистрировались в воде данного створа в концентрациях ниже ПДК. Первый не был обнаружен в воде в июне 2010 г. и январе, августе 2011 г., второй – в июне 2011 г.

Ряд элементов: хром (+6), бериллий, ванадий, ртуть и мышьяк в воде рассматриваемого створа отсутствовали в 2010 и 2011 гг.

Из биогенных соединений фосфаты и кремний обнаружены в воде в невысоких концентрациях. Первые в июне и октябре 2010 г. и в августе 2011 г. не были обнаружены, очевидно, из-за потребления водной растительностью.

Режим органических загрязнителей в воде характеризуется следующими данными: летучие фенолы отсутствовали в 2010 и 2011 гг. Нефтепродукты обнаружены в небольшом количестве – 0,02 мг/дм³ при ПДК 0,05 мг/дм³, в январе и декабре 2010 г., а также в марте и августе 2011 г. они обнаружены не были. Значения бихроматной окисляемости также невысоки, в 2010 г. достигали 15,0 мгО²/дм³, а в 2011 г. – 9,2 мгО²/дм³ (табл. 3).

Минерализация воды низкая в пределах 184...282 мг/дм³ в 2010 г. и 186...204 мг/дм³ – в 2011 г. Фториды до 0,310 мг/дм³ обнаруживались только в 2010 г., а в мае и октябре 2010 г. и за 5 месяцев 2011 г. они отсутствовали.

Таким образом, на данном створе в отношении качества речной воды представляет опасность повышенная концентрация цинка, меди и марганца, превышающая нормативные уровни ПДК. Главной причиной такого состояния, как было указано выше, является антропогенное загрязнение реки. А именно впадение в р. Ертис р. Красноярки в 1 км выше створа, вода которой загрязнена перечисленными тяжелыми металлами. Согласно данным РГП «Казгидромет» МООС РК, в воде р. Красноярки (в районе с. Предгорного) в 0,5 км ниже сброса Березовского рудника, содержание меди достигало 42,0 мкг/дм³ в 2010 г., 37,0 и 51,0 мкг/дм³ – в 2011 г., т.е. 37 и 51 ПДК, цинка – 2824 мкг/дм³ (282 ПДК) в 2010 г., 1827 и 2148 мкг/дм³, т.е. 183 и 215 ПДК и марганца – 194 мкг/дм³ в 2010 г., 133 и 128

196 мкг/дм³ (13,3...19,6 ПДК) – в 2011 г. Такое загрязнение является фактором, ухудшающим токсикологическое состояние не только р. Красноярки, но и р. Ертис.

Гидрохимические и токсикологические показатели р. Ертис у г. Семей

Вода р. Ертис у г. Семей (гидропост 0,8 км ниже сброса стоков Горводоканала) по качественным показателям существенно не отличается от таковой на выше рассмотренных створах. В ней превышают уровень ПДК пять гидрохимических показателей: БПК₅, азот аммонийный, общее железо, медь и нефтепродукты (в 2010 г.). Уровень превышения ПДК указанными соединениями незначителен, так, для БПК₅ и аммонийного азота он отмечался в январе 2010 г., марте 2011 г. и в мае 2010 г. и 2011 г. Общее железо незначительно превышало ПДК в мае, июне 2010 г. и мае 2011 г., т.е. в период паводка, а нефтепродукты в количестве 1,1 ПДК отмечены лишь в апреле 2010 г.

Концентрация меди в 2010 г. была в пределах 0,89...5,20 мкг/дм³, а в 2011 г. – от 0,90 до 2,30 мкг/дм³, т.е. максимум меди составил за эти годы 5,2 ПДК. Цинк регистрировался в концентрациях ниже ПДК (10 мкг/дм³) в 2010 г. до 2,7 мкг/дм³, а в 2011 г. до 1,4 мкг/дм³, при чем в 2010 г. в 50 %, а в 2011 г. – в 65 % анализированных проб воды он отсутствовал. В 2010 и 2011 гг. максимальная концентрация никеля составила 2,10 мкг/дм³ и 3,20 мкг/дм³ соответственно при ПДК 10 мкг/дм³, в некоторые месяцы в воде он не был обнаружен.

Кадмий и марганец присутствовали во всех анализированных пробах в 2010 и 2011 гг., максимальное их содержание в эти годы достигали для кадмия 0,60 мкг/дм³ (ПДК = 5 мкг/дм³), марганца 4,50 мкг/дм³ (ПДК = 10 мкг/дм³). Ряд качественных показателей воды, для хрома (6+), ванадия, ртути, мышьяка, бериллия, летучих фенолов отсутствовали в пробах воды, отобранных в 2010 и 2011 гг., кроме того в 2011 г. не были обнаружены и фториды. Из биогенных соединений фосфаты и кремний обнаружены в воде в пределах нормативных уровней. Некоторый рост содержания фосфатов до 0,157 мг/дм³ отмечен в мае 2010 г., т.е. в период паводка. В июне и августе 2011 г. они в воде отсутствовали. Фториды обнаружены в 2010 г. в 50 % отобранных проб в концентрациях до 0,370 мг/дм³. В 2010 г. речная вода характеризуется малой минерализацией в пределах от 136 до 218 мг/дм³, а в 2011 г. от 163 до 222 мг/дм³, по ионному составу гидрокарбонатно-кальциевая.

Таким образом, вода р. Ертис у г. Семей по своим качественным показателям существенно не отличается от таковой в расположенных выше участках. На данном створе не прослеживается негативного влияния ряда загрязненных притоков, впадающих в реку ниже гидропоста с. Предгорное.

Гидрохимические и токсикологические показатели р. Ертис у г. Павлодара

По данным наблюдений в 2010 г. у г. Павлодара (гидропост 0,5 км ниже сброса Горводоканала), ПДК превысили нитритный азот, общее железо и медь. Превышение первого показателя отмечено лишь в декабре при концентрации $0,034 \text{ мг/дм}^3$ (ПДК = $0,02 \text{ мг/дм}^3$), а в 75 % отобранных проб он отсутствовал. Превышение нормативного уровня общим железом отмечено лишь в мае (2,6 ПДК), в 3-х из 6-и анализированных проб воды оно не было обнаружено. Концентрация меди в течение года изменялась в интервале от 0,8 до $4,8 \text{ мкг/дм}^3$, т.е. до 4,8 ПДК, а в среднем за год 2,0 ПДК.

Хром (6+), ванадий, ртуть, мышьяк и летучие фенолы в речной воде не были обнаружены. Никель и марганец присутствовали постоянно в концентрациях ниже ПДК. Содержание этих элементов составило в среднем $2,5 \text{ мкг/дм}^3$ и $3,2 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно при их ПДК 10 мкг/дм^3 . Цинк зарегистрирован в количестве $1,00 \text{ мкг/дм}^3$ лишь в 3-х пробах воды из 12-и анализированных. Содержание кадмия невысокое в пределах $0,0 \dots 0,40 \text{ мкг/дм}^3$, в среднем $0,18 \text{ мкг/дм}^3$ при ПДК 5 мкг/дм^3 .

Фосфаты и кремний регистрируется в пределах нормы как и в воде рассмотренных выше створов. Из органических загрязнителей средняя концентрация нефтепродуктов составила $0,022 \text{ мкг/дм}^3$, максимальная $0,03 \text{ мг/дм}^3$ при ПДК $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Содержание органических веществ также невысокое от 5,0 до $9,4 \text{ мгО}^2/\text{дм}^3$ по бихроматной окисляемости, средний показатель БПК₅ $1,21 \text{ мг/дм}^3$. Минерализация воды не подвергается изменениям, в пределах $178 \dots 216 \text{ мг/дм}^3$.

Таким образом, вода р. Ертис у г. Павлодара не характеризуется существенной загрязненностью. Речная вода до городов Семей и Павлодара очищается от некоторых токсичных металлов, которые присутствовали в ней в районе г. Усть-Каменогорска и с. Предгорного, благодаря высокой самоочищающей способности водотока.

Таблица 4

Результаты опытов по биотестированию и причины, вызывающие острую токсичность воды

Река	Пункт контроля	Створ (привязка)	Выживаемость в тест-объектов в пробе (%)	Причина острой токсичности воды (концентрация вредных веществ)
январь 2011 г.				
Тихая	г. Ридлер	0,1 км ниже сброса цинкового завода	46,7	- цинк 178,0 мкг/дм ³ (17,8 ПДК) - марганец 21,0 мкг/дм ³ (2,1 ПДК)
Ульби	рудник Тишинский	50 м выше сброса шахтных вод	6,6	- цинк 254,0 мкг/дм ³ - марганец 18,0 мкг/дм ³
	рудник Тишинский	4,8 км ниже сброса шахтных вод	0,0	- цинк 355,0 мкг/дм ³ - марганец 27,0 мкг/дм ³
Красноярка	г. Усть-Каменогорск	1,45 км выше устья р. Ульба (0,1); у а/д моста	6,6	- цинк 106,0 мкг/дм ³ (10,6 ПДК)
	г. Усть-Каменогорск	1,45 км выше устья р. Ульба (0,9); у а/д моста	0,0	
	с. Предгорное	0,5 км ниже Березовского рудника; у а/д моста	0,0	- медь 51,0 мкг/дм ³ (51 ПДК) - цинк 2148 мкг/дм ³ (215 ПДК) - марганец 196 мкг/дм ³ (19,6 ПДК)
февраль 2011 г.				
Ульби	рудник Тишинский	4,8 км ниже сброса шахтных вод	0,0	- медь 7,6 мкг/дм ³ (7,6 ПДК) - цинк 485,0 мкг/дм ³ (48,5 ПДК) - марганец 38,0 мкг/дм ³ (3,8 ПДК)

Река	Пункт контроля	Створ (привязка)	Выживаемость в тест-объектов в пробе (%)	Причина острой токсичности воды (концентрация вредных веществ)
Красноярка	с. Предгорное	0,5 км ниже Березовского рудника, у а/д моста	3,3	- медь 2,4 мкг/дм ³ (2,4 ПДК) - цинк 1827,0 мкг/дм ³ (183 ПДК) - марганец 65,0 мкг/дм ³ (6,5 ПДК)
июль 2011 г.				
Глубочанка	с. Белоусовка	5,5 км выше сброса хозфек. вод о/с п. Белоусовский	20,0	- азот аммонийный 1,59 мг/дм ³ (4 ПДК) - марганец 10 мкг/дм ³
Красноярка	с. Предгорное	1,5 км выше сброса хозбыг. сточных вод Иртышского рудника	20,0	- медь 2,3 мкг/дм ³ (2,3 ПДК) - марганец 16,0 мкг/дм ³ (1,6 ПДК)
	с. Предгорное	0,5 км ниже сброса Березовского рудника; у автодорожного моста	0,0	- медь 3,5 мкг/дм ³ - цинк 1558,0 мкг/дм ³ (156 ПДК) - марганец 125,0 мкг/дм ³ (12,5 ПДК)
август 2011 г.				
Брекса	г. Риддер	В черте г. Риддера; 0,6 км выше устья р. Брекса	0,0	- медь 6,5 мкг/дм ³ (6,5 ПДК) - цинк 441,0 мкг/дм ³ (44,1 ПДК) - марганец 68,0 мкг/дм ³ (6,8 ПДК)
Тихая	г. Риддер	0,1 км ниже сброса цинкового завода	0,0	- цинк 441,0 мкг/дм ³ (44,1 ПДК) - марганец 77,0 мкг/дм ³ (7,7 ПДК)
Красноярка	с. Предгорное	0,5 км ниже сброса Березовского рудника; у автодорожного моста	3,3	- медь 4,8 мкг/дм ³ (4,8 ПДК) - цинк 1452,0 мкг/дм ³ (145,2 ПДК) - марганец 133 мкг/дм ³ (13,3 ПДК)

Оценка токсичности воды р. Ертис и ее притоков методом биотестирования

Метод биотестирования для оценки уровня токсичности вод имеет довольно широкое распространение. В качестве тест-объекта используется дафния и др. организмы. Однако, этот метод неспособен дать ответа на основной вопрос – влиянием каких химических и другого рода соединений вызвана токсичность воды, приводящая к гибели тест-объектов.

Авторами сделана попытка ориентировочного определения токсичных веществ, вызывающих гибель дафний, на основании имеющихся данных по содержанию токсичных ингредиентов в воде, взятых для опыта по биотестированию. Предполагаемые причины острой токсичности вод приведены в табл. 4. Таблица представляет собой выборку зарегистрированных случаев высокой токсичности вод из ежемесячно проводимых опытов ВК ЦГМ и наши дополнения о причинах гибели тест-объектов.

Как следует из данных табл. 4, особенно сильно загрязнены такие притоки р. Ертис, как Ульба, Красноярка, Тихая, Глубочанка. Из-за загрязнения сточными водами и другими отходами горнорудной и металлургической промышленности, в водах этих рек высока концентрация ряда токсичных металлов как медь, цинк, марганец. В основном эти же токсиканты создают в водах указанных водотоков высокий уровень токсичности, что приводит к гибели тест-объектов в частых случаях до 100 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А., Елибаев Н. Условия формирования режима микроэлементов и биогенных веществ в водохранилищах Верхнетобольского каскада // Изучение процессов формирования химического состава природных вод в условиях антропогенного воздействия: Матер. 28 Всесоюз. гидрохим. совещ., май, 1984. – Л., 1987. – Ч. 1. – С. 4-6.
2. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана: (гидрохимия и качество воды). – Алматы: Бастау, 1999. – 191 с.
3. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н. Характерные черты изменения гидрохимического режима оз. Балхаш в многолетний период в условиях колебания его уровня // Круговорот веществ и энергии в водоемах. Матер. VI Всесоюз. лимнолог. Совещания. – Иркутск. – 1985. – С. 4-6.
4. Амиргалиев Н.А., Григорьева Э.Н., Саенко В.И. Гидрологический и гидрохимический режим оз. Балхаш в условиях зарегулированного

- стока рек // Прогноз комплексного и рационального использования природных ресурсов, их охрана и перспективы развития производительных сил бассейна оз. Балхаш в период до 1990-2000 гг. – Алматы: 1983 – Ч.2. – С. 70-76.
5. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я. Распределение микроэлементов в воде и донных отложениях водохранилищ Верхнего Тобола // Гидрохимические материалы. – Л.: 1988. – Т. 15. – С. 101–113.
 6. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я. Распределение натрия и калия в оз. Балхаш // Гидрохимические материалы. – Л.: 1988, – Т. 15. – С. 70-81.
 7. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Накупбеков С. Биогенные вещества в воде водохранилищ верхнего течения р. Тобол // Гидрохимические материалы. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – Т.96. – С. 49-60.
 8. Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Альпейсов Ш.А. Ихтиофауна и экология Алакольской системы озер. – Алматы: Бастау, 2006. – 367 с.
 9. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Ахметов С.К. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии (обзор)/Под редакцией Дускаева К.К. – Алматы, ТОО «Киік», 2004. – 132 с.
 10. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Базарбаев С.К. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана. – Алматы, Каганат, 2003.– 723 с.
 11. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Базарбаев С.К. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов. – Алматы: «Каганат», 2002. – 256 с.
 12. Ежегодные данные качества поверхностных вод бассейна реки Ертис (за 2007 – 2010 гг.).
 13. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л: Гидрометеиздат, 1988. – 256 с.
 14. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно-допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Москва, 2010. – 214 с.
 15. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А. Проблема гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2003. – 584 с.
 16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – Л: Гидрометиздат, 1969. – 525 с.

17. Сборник санитарно-гигиенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей среды. – М.: 1991. – 370 с.
18. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Иртыш на территории Республики Казахстан. Приложение. Т VI. Качество воды и экологическое состояние водных объектов. Книга 1. Оценка экологического состояния водных объектов и прогноз изменения качества вод. – Алматы, 2005. – 734 с.
19. Тарасов М.Н. Гидрохимия оз. Балхаш. – М.: 1961. – 226 с.

Поступила 12.12.2012

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бүрлібаев
Геогр. ғылымд. докторы	Н.А. Амиргалиев
Геол.-мин. ғылымд. канд.	Е.Ж. Муртазин
	И.В. Шенбергер
	А.С. Перевалов
	Д.М. Бүрлібаева

ЕРТІС ТРАНСШЕГАРАЛЫҚ ӨЗЕНІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІ МЕН ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ АХУАЛЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ӨЗГЕРУ СИПАТТАМАЛАРЫ

Бүгінгі күнде Қытай Халық Республикасымен жүргізіліп жатқан трансшегаралық өзендер келіссөздері екіге бөлініп кетті, яғни транзиттік ағындардың саны Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығы министрлігі жағынан жүргізілсе, су сапасы Қазақстан Республикасының қоршаған ортаны қорғау министрлігі жүргізіп жатыр. Мұндай жағдай бүгінгі экологиялық тұрғыдан ғылыми негізі жоқ болып саналады. Өзендер және көлдер экосистемасын сақтап қалғымыз келсе трансшегаралық өзендердің гидрологиялық гидрохимиялық және гидробиологиялық режимдері бірге қаралуы керек. Бұл айтылған жағдай Ертіс бассейнінің өзендеріне де тән болып келеді.

УДК 551.241.627.814

Канд. физ.-мат. наук М.С. Хайдаров *

ВНЕШНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ БОЛЬШИХ ГЭС*ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УГРОЗА, ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, САЯНО-ШУШЕНСКАЯ ГЭС, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЕДСТВО, АВАРИЯ, ЭПИЦЕНТР, ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ, АНТРОПОГЕННЫЙ, ЭНДОГЕННЫЙ*

Рассмотрен вид внешних геоэкологических угроз, связанный с геодинамическими процессами, что не входит в официальные списки главных причин разрушения больших антропогенных объектов и пока является предметом научных поисков. Большая опасность заключается в активном воздействии геодинамических процессов на грандиозные антропогенные объекты, приводящие к внезапным и обширным экологическим бедствиям. На примере разрушения Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г. показано пространственно-временное соответствие геодинамических процессов с местом и временем этой аварии.

Введение

Изменение экологии, связанное с большими водохранилищами и ГЭС, носят долговременный и комплексный характер. Гидросооружения серьезно и надолго влияют на экосистемы, и это требует многолетнего комплексного мониторинга. Изменения могут носить разный характер, они влияют на уровень грунтовых вод, на видовой состав растительности, микроклимат и тому подобное. В любом случае они носят длительный характер.

Однако, есть одна динамическая особенность, заключающаяся в во внезапных экологических бедствиях – переливы воды, разрушение плотин, аварии на ГЭС. Эти опасные для жизни людей и экосистем угрозы с необратимыми последствиями рассматриваются ниже.

Причины разрушения плотин. По данным Международной комиссии по большим плотинам (ICOLD) (анализируется информация по крупным плотинам), за последние 10 лет разрушены более 300 из зарегистрированных в мире 17 тысяч больших плотин. Главные причины разрушения

* КазНИИЭК, Алматы

— некомпетентность, ошибки проектирования, недооценка мощности паводков, повреждения водосброса.

Так, например, один из первых случаев возникновения техногенных сейсмических явлений при заполнении водохранилища был отмечен в 1932 году в Алжире. Тогда, при строительстве плотины высотой в 100 м на реке Уэд-Фодда, в период заполнения водохранилища стали возникать сейсмические толчки, достигавшие 7 баллов и исходившие из гипоцентра, расположенного на глубине 300 м.

В данной работе мы рассмотрим отдельный вид экологических угроз, связанный с геодинамической активностью, что не входит в вышеуказанный официальный список главных причин разрушения и пока является предметом научных поисков. Хотя давно замечено, что в районах строительства высоких плотин возникает или усиливается сейсмическая активность. В этом смысле, разрушение Саяно-Шушенской ГЭС (СШГЭС) в Российской Федерации не совсем соответствует списку ICOLD, официальные выводы, на взгляд автора, не вносят ясности. Также не было и сильного землетрясения. Выяснение глубинных причин этого экологического бедствия особенно актуально в связи с началом заполнения Бестюбинского водохранилища для Мойнакской ГЭС на реке Чарын Алматинской области в 2011 году. Тем более, что основные природные условия для этих ГЭС весьма схожи.

Обсуждаемые объекты находятся в 8-балльной (СШГЭС) и 9-балльной (Мойнакская ГЭС) зонах на активном тектоническом разломе, что хорошо выражено в глубоко изрезанном, живописном рельефе. Известно, что в этом случае существует опасность возникновения обычных экзогенных явлений – оползней, обвалов и тому подобное, что может привести к образованию волны вытеснения и переливу водных масс. Надо полагать, что все это так или иначе предусмотрено на этапе проектирования и строительства.

По мнению автора, главная опасность заключается в перманентном воздействии геодинамических процессов на большие водные объекты, особенно на искусственные водохранилища. Критическая высота плотины более 100 метров может привести к опасной индуцированной сейсмичности в виде серии землетрясений. У Бестюбинского водохранилища плотина 94 м, но общий перепад высот между водохранилищем и зданием ГЭС достигает 500 м, точно как и на СШГЭС.

Однако, эти сеймотектонические процессы, скорее носят эндогенный характер и не видны без геоэкологического подхода, особенно, без

геофизических методов контроля и мониторинга. Возможно, поэтому они не входят в список ICOLD. Рассмотрим их на примере совсем недавней, грандиозной аварии СШГЭС.

Геодинамические процессы на примере аварии СШГЭС

Краткая характеристика местоположения СШГЭС. Крупнейшая в России и шестая в мире гидроэлектростанция – Саяно-Шушенская, была остановлена 17 августа 2009 г., когда в машинный зал хлынула вода. Три из десяти генерирующих гидроагрегатов были полностью уничтожены, а все остальные повреждены. Восстановительные работы на ГЭС на р. Енисей, как ожидается, займут несколько лет и в лучшем случае завершатся в 2014 году. Крупнейшая в истории российской и советской гидроэнергетики авария привела к гибели 75 человек.

Не вдаваясь в технические подробности аварии этого гидросооружения, остановимся только на геодинамических процессах. По мнению российских специалистов «Группа проблем связана с реакцией пород и земной коры в районе станции на давление колоссальных масс воды и бетона. СШГЭС проектировалась с расчетом на 6...7 балльные землетрясения. В 1988 году, после Спитака, расчеты сейсмической устойчивости плотины были проведены заново. Они показали, что она не боится и 8 балльного землетрясения. Вероятность возникновения такого события оценить трудно. Есть мнение, что давление провоцирует землетрясения, но имеются и данные, что оно как раз способствует снятию напряжений в земной коре и тем самым не позволяет развиваться катастрофическому землетрясению. Мелкие же в районе плотины происходят постоянно» [3].

Ближайшее сильнейшее в этих местах за последнее время землетрясение, произошло 10 февраля 2011 года в 12:35:17 местного времени на юге Хакасии и Красноярского края. По данным геологической службы США (USGS), эпицентр землетрясения находился в 180 км к югу от Абакана на глубине 14,5 км, магнитуда составила 5,4. Точные координаты эпицентра: 52°07'55" с.ш.; 91°46'44" в.д.. Сибирский региональный центр МЧС России сообщил, что землетрясение магнитудой 6,1 произошло в Таштыпском районе Хакасии. По их оценкам, энергетический класс землетрясения – 12, интенсивность в эпицентре – 7 баллов.

Плотина СШГЭС сама по себе имеет огромный вес и меняет поле напряжений вокруг себя в первую очередь благодаря гравитационному эффекту. Давление от воды в водохранилище меняется в зависимости от паводков и различных спусков воды. Кроме того, имея арочную конструк-

цию, она оказывает дополнительное боковое воздействие. И, наконец, вся эта система находится под вибрационным воздействием мощных турбин и водных струй, падающих с высоты в несколько сот метров.

По мнению профессора В.В. Тетельмина, специалиста по плотинам и эколога, куда больше землетрясений вызывают тревогу другие процессы, происходящие в земной коре [3]. плотина «в районе водохранилища под действием нагрузки медленно погружается в вязкое вещество подстилающей мантии... На периферии этих процессов происходит компенсационное поднятие земной коры. Приблизительные расчеты показывают, что за годы эксплуатации «стрела прогиба» толщи земной коры в районе створа плотины составляет около 30 см». К этому надо прибавить и то, что «массив кристаллических сланцев под воздействием передаваемой от плотины сдвигающей нагрузки почти в 18 млн. т испытывает необратимые пластические деформации».

Заметим, что эта деформация на порядок больше чем обычно наблюдается в природе, даже в тектонически активных регионах! Кроме того, это очень важная характеристика, она свидетельствует, что крупные объекты антропогенной деятельности человека становясь новой неоднородностью земной коры неизбежно входят во взаимовлияние с нею и с литосферой. Это также подтверждает наши предположения о взаимодействии новых неоднородностей земной коры Казахстана – глубоких шахт с сейсмотектоническим полем напряжений литосферы, сделанные нами в работах о взрывной эмиссии метана [4, 5]. Мы можем заключить, что плотина СШГЭС является такой же яркой неоднородностью в поле напряжений литосферы как и глубокие шахты и соответственно она концентрирует поле напряжений в своей окрестности, что вызывает, по крайней мере, множество мелких землетрясений. Но, по всей видимости, она еще и меняет региональное поле напряжений. Проверим это на эксперименте.

На рис. 1. показана карта распределения эпицентров землетрясений для Евразии за первую половину августа 2009 г. непосредственно до момента аварии. В целом можно отметить необычно высокую глобальную сейсмическую активность.

Карты эпицентров на рис. 1. и другие были построены автором с помощью открытых баз данных Европейского Средиземноморского Сейсмологического Центра (EMSC) и/или по оперативным картам эпицентров консорциума IRIS (США). Можно отметить высокую сейсмическую активность как в азиатской, так и европейской частях, хотя речь идет всего

лишь о периоде с 1 по 17 августа 2009 года. Обычно, общий уровень активности ниже в несколько раз.

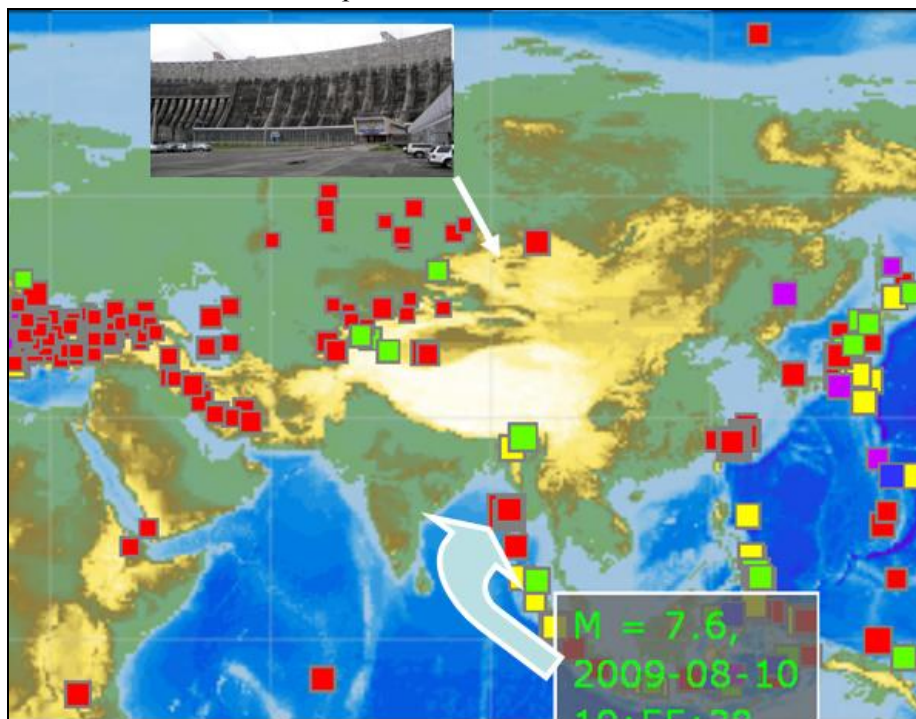


Рис. 1. Карта эпицентров за период с 1 по 17 августа по данным EMSC к моменту аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Стрелкой показано местоположение СШГЭС с фотографией фронтальной части плотины ГЭС. Фигурной стрелкой показано наиболее сильное $M7.6$ землетрясение 10 августа 2009 года, за неделю до аварии. Размеры квадратиков пропорциональны магнитуде землетрясений (от 3 до 8), их цветом (оттенками) отражена глубина очагов землетрясений.

Еще более драматично, за тот же срок – две недели до аварии на СШГЭС – глобальная сейсмическая ситуация выглядит по данным IRIS на рис. 2. На юго-восточной окраине азиатского континента произошла целая серия землетрясений с магнитудами около 7.

Миграция этой серии отражена черной стрелкой на рис. 2. и она показывает близмеридианальное направление с юга на север. И как будет показано на следующих картах (рис. 3, 5) она стремится к местоположению СШГЭС. И действительно, более отчетливо эта миграция видна на карте, рис. 3., где показана сейсмическая обстановка без слабых толчков – только по умеренно-сильным землетрясениям с $M \geq 5.0$ за период с 10 по 31 августа.

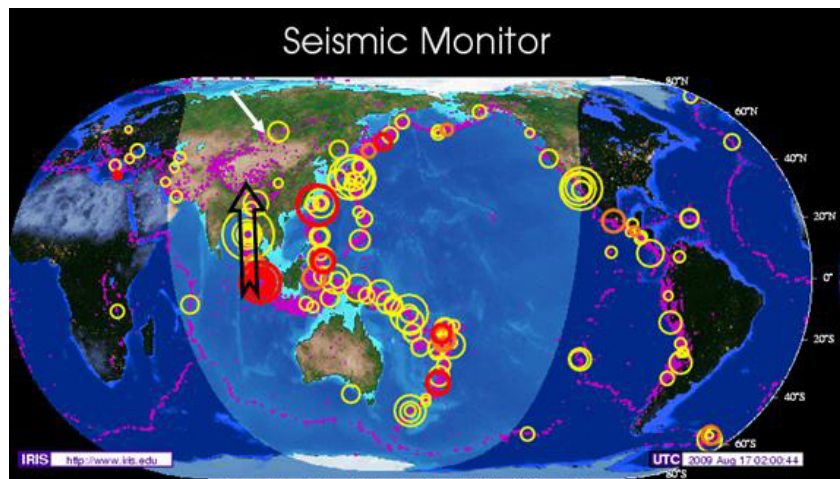


Рис. 2. Глобальная карта эпицентров по данным IRIS (США) в день аварии на СШГЭС. Диаметры кружков каждого эпицентра пропорциональны магнитуде. Максимальное землетрясение на карте $M7.6$, минимальное $M4.0$. Цветом (оттенком) показано время возникновения землетрясения – красные за последние сутки, остальные за день и за 2 недели. Белой стрелкой показано местоположение СШГЭС. Черной стрелой показано близмеридиональное направление геодинамического процесса, согласно тектонике плит и вытекающее из временной последовательности землетрясений с карты на рис. 3.

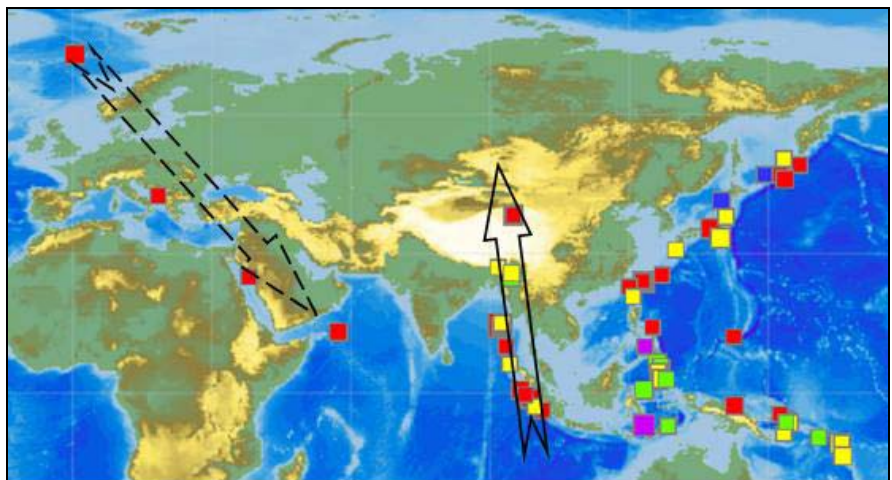


Рис. 3. Распределение эпицентров сильных и умеренных землетрясений $M \geq 5.0$ за период с 10 по 31 августа 2009 г. Демонстрационными стрелками показана миграции очагов сильных и умеренных землетрясений, вытекающие из временной последовательности землетрясений. Общая миграция очагов от Индонезии направлена почти по меридиану на север – сплошная стрела. Кончик стрелы указывает на местоположение СШГЭС. Показана также кажущаяся миграция от Исландии до Африканского рога пунктирная стрела. По данным EMSC.

Большими демонстрационными стрелами показана миграция очагов умеренных и сильных землетрясений с $M \geq 5.0$. Первая основная миграция из района Индонезийских островов до Алтайских гор (район расположения СШГЭС) ориентирована в близмеридиональном направлении и вполне соответствует движению Индийской плиты, что согласуется с основными положениями тектоники плит. Этот путь миграции очагов умеренно-сильных землетрясений действует перманентно, о чем свидетельствуют многолетние данные по глобальной и региональной сейсмичности. В частных случаях цепочек очагов могут быть непродолжительные отклонения от магистрального направления. Но показанное направление многократно доказано векторами сил, действующих в очагах землетрясений, геомагнитными полями и наконец, прямыми геодезическими замерами GPS. Назовем его условным (или демонстрационным) вектором геодинамического процесса (ГДП), так как его размер и точка приложения произвольны и только направление обосновано.

Все это дает нам основание предполагать наличие естественного ГДП, перемещающегося от периферии к центру Евразийского континента. Согласно тектонике плит медленные деформации под литосферой передаются в ее нижние слои и уже в литосфере, по-видимому, ближе к ее верхним хрупким слоям, концентрируются и приобретают линейные формы, проявляющиеся в виде цепочек землетрясений [1].

Для данной работы нет необходимости уходить в глубину геодинамических построений и моделей, достаточно знать основные характеристики ГДП, проявляющихся в текущей сейсмичности. Отметим, что рассматриваемый ГДП – это частный случай коллизии Индийской и Евразийской плит, в значительной степени определяющей геодинамику и современную сейсмичность Центральной Азии и Казахстана [1, 4, 5, 6]. Соответственно мы можем предполагать, что эта коллизия плит влияет и на частоту возникновения и интенсивность экологических бедствий и соответственно на частоту чрезвычайных ситуаций, аварий и тому подобное, вызванных как быстрыми деформациями – сейсмическими воздействиями, так и медленными деформациями земной поверхности в виде наклонов, крипа, дилатансии [1]. Кроме это, в последнее время подмечены и обоснованы так называемые суперинтенсивные деформации [2]. Таким образом, можно предполагать, что геодинамический процесс несет с собой целый комплекс деформаций, создающих экологические угрозы как на поверхности, так и в земной коре.

Еще одним проявлением ГДП является рассмотренные нами геодинамические явления, которые, кстати, хорошо видны в виде широтно протяженного облака эпицентров слабых землетрясений на рис. 1, 4. от Урала до Алтая примерно на широте СШГЭС. Мы подробно рассматривали это в разделе о взрывной эмиссии метана в угольных бассейнах [4, 5]. Нами был сделан вывод, что в основном такая эмиссия возникает в результате давления на Евразийскую плиту со стороны Тихоокеанской и Индийской плит.

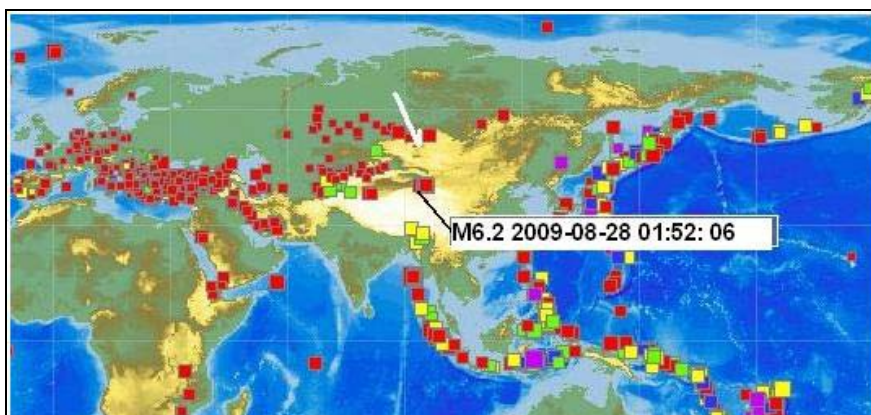


Рис. 4. Карта эпицентров всех зарегистрированных сейсмических событий за август 2009 г. Полосы эпицентров свидетельствуют об активной реакции литосферы на геодинамические воздействия. Белой стрелкой показано местоположение СШГЭС. Отмечено также ближайшее к СШГЭС сильное землетрясение 28 августа 2009 года магнитудой 6.2, произошедшее уже после аварии. Видимо, ГДП продолжался и после аварии.

Интересно отражение еще одного предполагаемого нами условного ГДП от Исландии через всю Европу и Аравийскую плиту до Африканского рога, показанное на рис. 3. фигурной стрелой с пунктирной линией. Основанием для этого послужили времена возникновения этих четырех относительно сильных для Европы землетрясений с магнитудами около 5. Причем отметим, что первое землетрясение (в Исландии) имело магнитуду 6.0, что является нечастым явлением и свидетельствует о большой активности Срединно-Атлантического хребта в этот период времени.

В целом, получается, что Евразийская плита подвергалась в августе 2009 г. сжатию со всех сторон. Важно также отметить, что все эти воздействия иногда проявляются в земной коре в виде экологических бедствий. Например, на Карагандинском угольном бассейне они проявляются в виде выбросов метана на угольных шахтах [4, 5]. В данном рассматрива-

емом случае, по нашему мнению, они способствовали разрушению СШГЭС. То есть большие антропогенные объекты, иногда вызывают собственные разрушения через механизм концентрации тектонических напряжений действующих в литосфере.

Мы не утверждаем, что конкретно некое землетрясение способствовало разрушению СШГЭС 17 августа 2009 года – такого землетрясения не было. Детальные сведения по данным казахстанской сейсмической сети Центра данных ИГИ НЯЦ РК свидетельствуют о повышении уровня местной (слабой) сейсмичности в районе СШГЭС в период аварии и приведены на рис. 5. Условный вектор ГДП, выделенный нами на рис. 3. перенесем на карту эпицентров в более крупном масштабе, где показаны эпицентры слабых землетрясений по данным Центра данных ИГИ НЯЦ РК, рис. 5. Видно, что направление ГДП сохраняется и для слабых землетрясений непосредственно перед аварией. Хотя район СШГЭС (звездочка на карте) находится уже на краю чувствительности казахстанской сейсмической сети, тем не менее, эти и другие данные подтверждают, что сильного землетрясения вблизи СШГЭС не было.

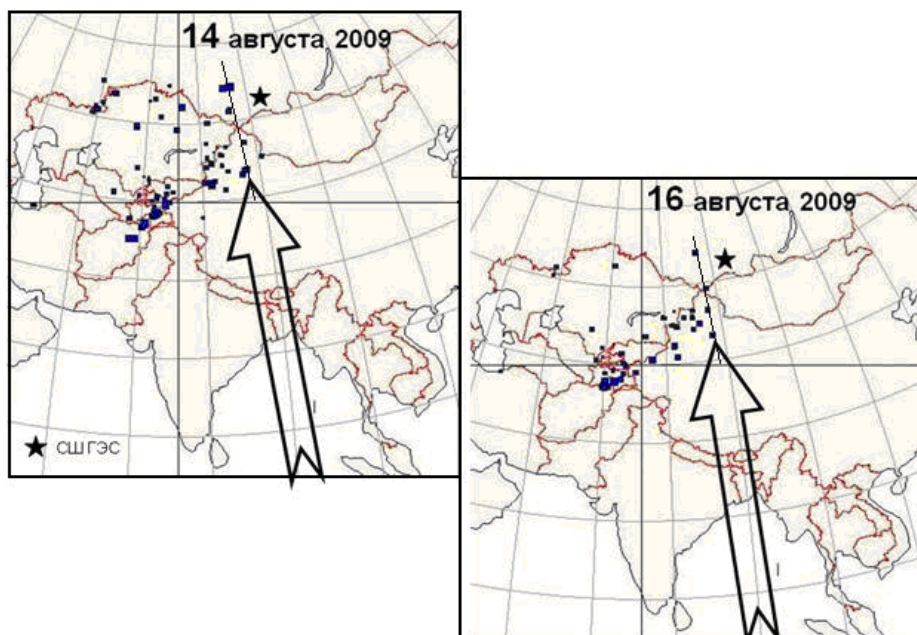


Рис. 5. Карта эпицентров слабых землетрясений за 14 и 16 августа 2009 г. по данным Казахстанского Национального центра данных ИГИ НЯЦ РК. Черные квадратики – эпицентры землетрясений, размер которых пропорционален магнитуде в диапазоне от ≤ 1 до 5. Звездочка – место Саяно-Шушенской ГЭС. Большая стрела – условный ГДП, тонкая линия – его продолжение в поле эпицентров слабых землетрясений.

Важно отметить, что наш условный вектор, подмеченный на уровне умеренных и сильных землетрясений $M > 5.0$, находит подтверждение и на уровне слабых землетрясений $M = 1 \dots 5$. Действительно, на рис. 5. видно, что условный вектор ГДП имеет продолжение (показано тонкой линией) в виде цепочки эпицентров слабых землетрясений. Эта линия проходит западнее СШГЭС на расстоянии примерно 400 км. Мы предполагаем, что основная деформация земной коры имела место на этой линии и только относительно небольшая ее часть достигла района плотины.

Таким образом, предположение автора о ГДП подтверждается в очень широком энергетическом диапазоне магнитуд землетрясений и согласуется по времени. Время жизни ГДП в данном случае занимает примерно 1 месяц при охвате площади литосферы примерно 5×5 тыс. км. Эти пространственно-временные параметры, конечно, необходимо уточнить при дальнейших исследованиях.

Важно отметить собственно геодинамические процессы, так как только они обладают энергией достаточной для разрушения подобных грандиозных объектов. Эта энергия не обязательно проявляется в виде землетрясений. Прежде всего, это медленные деформации. Например, в сейсмологии давно известен эффект наклонов земной поверхности перед сильными землетрясениями. Также часто наблюдались медленные деформации в виде сжатия и растяжений. Наконец, отмечены так называемые суперинтенсивные деформации в зонах разломов, на самих разломах, даже в сейсмически неактивных районах. Они достигают значений первых сантиметров за очень короткие промежутки времени. То есть могут иметь место разнообразные медленные деформации литосферы. И здесь очень важны данные приведенные исследователем этой аварии – профессором В.В Тетельминым о наблюдающемся суммарном прогибе земной коры под СШГЭС величиной 30 см [3]. То есть можно с большой уверенностью предполагать наличие аномального наклона земной коры и считать местоположение СШГЭС новым (антропогенным) концентратором напряжений земной коры в масштабах региона Азии.

Будучи таковым концентратором, СШГЭС привлекала, и будет привлекать литосферные тектонические напряжения, о чем свидетельствуют многочисленные землетрясения. Возможно, что к 17 августа 2009 г. деформации и наклоны земной коры превысили допустимые нор-

мы этих величин для генераторов ГЭС, которые, как известно, отличаются строгими требованиями.

В первом приближении можно полагать, что в первой половине августа деформация условного ГДП была больше (ближайшее сильное землетрясение: 10 августа 2009 года М 7.6, рис. 1.), чем после аварии, когда произошло ближайшее сильное землетрясение 28 августа всего лишь М 6.2., рис. 4. Все это наводит на мысль, что в августе земная кора в районе СШГЭС испытала существенную деформацию, которая, видимо, имела медленный характер и к 17 августа она достигла максимума, а затем постепенно уменьшилась. Например, можно предположить, что это были медленные наклоны, которые 17 числа достигли максимума вследствие чего основания, жестко закрепленные на фундаменте тела плотины, отошли от гироскопически стабильных осей вращающихся генераторов СШГЭС на недопустимо большую величину, чем технический допуск, что и привело к массовым разрушениям. Однако, данное предположение, конечно, нуждается в дополнительной технической аргументации и расчетах.

В любом случае, очевидна синхронность во времени и пространстве собственно аварии СШГЭС и геодинамического процесса выявленного нами по данным о сейсмичности.

Заключение

Внешние экологические угрозы (за исключением атмосферных, водных и других трансграничных влияний) в основном связаны с геодинамическими аспектами нашей преимущественно сухопутной территории в центре Евразийского континента. Было показано, что эндогенные внешние экологические угрозы привносятся в центр Азиатского континента извне. В первую очередь это касается территории Республики Казахстан. Для самых больших антропогенных объектов нашей территории – глубоких угольных шахт Карагандинского угольного бассейна – основная внешняя угроза это геодинамическое воздействие Тихоокеанской и Индийской плит [2, 3]. В данной работе автор показал на примере аварии СШГЭС, что эти же глобальные геодинамические процессы проявили себя как внешние эндогенные угрозы.

В то же время, рассматривая глобальные процессы, мы наметили пути их мониторинга через простой и быстрый анализ геодинамических процессов. В целом, мы стремились показать, что только привлечение новых научных подходов и эффективных методов способно привнести яс-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарагаш И.А., Хайдаров М.С. Модель развития сейсмостектонического процесса в зоне тектонического разлома перед сильным землетрясением // Межведомственный геофизический комитет при президиуме АН СССР, Результаты исследований по международным геофизическим проектам // Сейсмологические исследования. – 1989. – № 11. – С. 88-97.
2. Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О. Современные движения земной коры осадочных бассейнов. – М.: Наука, 1989. – 199 с.
3. Тетельмин В.В. Воздействие строительства крупных гидроузлов на изостатическое состояние земной коры // Гидротехническое строительство. – 2009. – № 11. – С 46-50.
4. Тулекбаев Е.Т., Хайдаров М.С. Сейсмоэкология подземных угольных месторождений Центрального Казахстана / в сб. Труды первой международной научно-практической конференции «Современное состояние и проблемы инженерной экологии, биотехнологии и устойчивого развития». – Алматы: КазНТУ, 2010. – С. 321-326.
5. Тулекбаев Е.Т., Хайдаров М.С., Геодинамические явления и глобальная температура атмосферы Земли // Гидрометеорология и Экология. – 2010. – № 4. – С. 67-76.
6. Хайдаров М.С. Очаговые спектры землетрясений Северного Тянь-Шаня и пространственно-временные вариации угловой частоты: Дис. ... канд. физ.-мат. наук / Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта АН СССР. – М., 1986. – 149 с.

Поступила 05.02.2013

Физ.-мат. ғылымд. канд. М.С. Хайдаров

ІРІ ГЭС СЫРТҚЫ ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАТЕРЛЕРІ

Үлкен антропогендік объектілердің қирауының басты себептерінің ресми тізіміне кірмейтін геодинамикалық үдерістермен байланысты сыртқы экологиялық қатерлер түрі қарастырылды және ол әлі ғылыми ізденістер тақырыбы болып табылады. Геодинамикалық үдерістердің орасан зор антропогендік объектілерге қарқынды әсер етуі үлкен қауіп төндіруі кенет және ауқымды экологиялық апаттарға әкеліп соғады. 2009 ж. Саян-Шушинск ГЭС қирау мысалында геодинамикалық үдерістердің осы апат орны мен уақытымен кеңістіктік-уақыттық сәйкестік көрсетілген.

УДК 551.506.2:551.509.51

Б.А. Сазанова *
Т.В. Худякова *
С.Л. Аманкулова *
Ж. Сатыбылдиева *
Т.И. Криворучко *
К.Е. Бектурсунов *
Л.М. Соколова *
Е.И. Васенина *
Т.М. Толстоногова *

СТИХИЙНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 2011 ГОДУ

В обзоре приведены сведения о стихийных метеорологических явлениях и краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших их возникновение. Кроме этого, помещены обзоры стихийных гидрологических и агрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Казахстана, а также обзор опасных сгонно-нагонных явлений в районе Казахстанского побережья Каспийского моря.

Краткий обзор погоды по территории Казахстана

Средняя за год температура воздуха была около нормы на большей части республики, ниже нормы на 1 °С – в отдельных районах центра республики.

Осадков на большей части территории выпало около и больше нормы в 1,3...1,8 раз, лишь местами на юге, а также в отдельных районах северо-запада, северо-востока, центра и востока республики – меньше нормы.

Гидрометеорологические условия в 2011 г. на территории Казахстана формировались в основном под влиянием меридиональных процессов: преобладал индекс циркуляции – С (в феврале, марте, сентябре, октябре и декабре), в январе, июле и ноябре – Е, в апреле, мае, июне и августе преобладал зональный тип циркуляции – Ш по М.Х. Байдалу.

Зима в целом была холодной с осадками меньше нормы. Начало весны было в пределах средних многолетних значений, затем была теплой

* Казгидромет

на большей части республики, прохладной и наиболее дождливой – на северо-западе и западе страны. Лето было в пределах средних многолетних значений. Большую часть осени преобладала теплая погода, на юге, юго-востоке, а также западе республики осадков выпало больше нормы

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной 2011 года произошел на западе и северо-западе с середины марта по 7 апреля, на севере, северо-востоке, востоке и в центре республики – с конца марта по 10 апреля, на юге – с конца января по март, на юго-западе – в течение марта, на юго-востоке переход осуществлялся с третьей декады марта по апрель.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5 °С, означающий начало вегетационного периода, произошёл на западе, севере, востоке и в центре в течение апреля, на юге – с конца января по март, на юго-востоке – с конца марта по апрель.

Январь был холодным с дефицитом осадков, лишь на западе и крайнем юге Казахстана относительно теплым и снежным.

Средняя месячная температура воздуха была на 1...10,5 °С ниже нормы, около и выше нормы на 1...2 °С – на крайнем западе и юге республики. Осадков на территории Казахстана выпало до 24 мм, за исключением крайнего юга, где отмечалось до 60 мм, что в целом меньше нормы, лишь в отдельных районах запада, юго-запада, юга и юго-востока около и больше нормы в 1,3...1,5 раза.

В первой половине января над Казахстаном в средней тропосфере преобладал высотный гребень с осью ориентированной с Западного Казахстана на Западную Сибирь и п-ов Таймыр. К концу декады разрушение гребня привело к перестройке процессов и над Казахстаном, установился западный перенос воздушных масс. У земли погоду большинства областей определял отрог Сибирского антициклона: малооблачная и морозная погода сохранялась в течение всей первой декады, лишь местами на западе, юге, юго-востоке и востоке выпадали осадки обусловленные прохождением фронтальных разделов. В ночные часы температура воздуха лишь в Восточно-Казахстанской понижалась до -46 °С, что является стихийным гидрометеорологическим явлением для этой территории.

В середине месяца над Казахстаном произошла перестройка потоков на юго-западные, что привело к интенсивному выносу тёплых воздушных масс на территорию республики, активизации циклонической деятельности над Западным Казахстаном и перемещении отрога антицикло-

на на районы Восточной Сибири. Сложившаяся синоптическая ситуация способствовала увеличению осадков в западных регионах республики и повсеместному ослаблению морозов.

Февраль был холодным на западе Казахстана и с осадками больше нормы в большинстве областей.

Средняя месячная температура воздуха была ниже нормы на 1,0...5,8 °С в западной половине республики, около и выше нормы на 1,0...3,6 °С – в юго-восточной половине.

Осадков выпало, на большей части территории, до 24 мм, местами на западе, юго-западе, юге, юго-востоке, востоке и в центре – 25...35 мм, в отдельных районах юго-востока и юга – 55...157 мм, что около и больше нормы в 1,3...4,1 раза, меньше нормы – местами на северо-востоке, востоке, юге, в центре и в отдельных районах северо-запада.

Большую часть месяца северо-западная половина Казахстана была под влиянием ультраполярной высотной ложбины, ориентированной с Восточной Сибири на центральные районы европейской территории России (ЕТР), а на остальную территорию осуществлялся юго-западный вынос тепла. В итоге, наблюдалась холодная и снежная погода в северо-западной половине республики, теплая и малооблачная – в юго-восточной.

В третьей декаде усиление Сибирского антициклона обусловило морозную и ясную погоду, лишь в отдельных регионах республики с прохождением атмосферных фронтов отмечались осадки.

Март был преимущественно тёплым и влажным.

Средняя месячная температура воздуха была около и выше нормы на 1,0...2,2 °С на юго-западе, юге, севере и в центре республики, ниже нормы на 1,0...4,4 °С на западе, востоке и юго-востоке.

Осадков выпало до 24 мм; в отдельных районах юго-запада, северо-запада, севера и востока – 25...48 мм; местами на западе, юге и юго-востоке – до 80 мм, что в большинстве областей республики около и больше нормы в 1,3...3,9 раза, меньше нормы – местами в центре, юго-востоке, юго-западе и востоке.

Большую часть месяца погода над Казахстаном формировалась под влиянием ложбины высотного циклона, центр которого располагался над морем Лаптевых и Карским морем. Перемещение ложбины из районов Турции на территорию Центрального Казахстана обусловило выпадение осадков.

В первой половине третьей декады в средней тропосфере произошла перестройка: интенсивный вынос тепла способствовал повсеместному

ослаблению морозов. Затем, во второй половине декады, очередное углубление циклона над морем Лаптевых привело к распространению его ложбины на Казахстан. В это время отмечалось выпадение значительного количества осадков, вызванных западным и северо-западным вторжениями.

Апрель по температуре на большей части Казахстана был теплым (1,0...5,6 °С), лишь в Западно-Казахстанской, Атырауской, Мангистауской, местами в Актюбинской – около и ниже средних многолетних значений (минус 2 °С).

Осадков на большей части территории выпало до 22 мм; 24...49 мм – местами на западе, северо-западе, севере, востоке, юго-востоке, юге и в центре; на М Рузаевка (Северо-Казахстанская область), М Кушмурун (Костанайская область), М Лепсинск и Алматы (Алматинская область) – 51, 53, 70 и 74 мм соответственно, что меньше нормы в большинстве областей, лишь местами на западе, севере, в отдельных районах востока, юго-востока и юга около и больше нормы в 1,3...3,1 раза.

В начале месяца перемещение высотной ложбины по территории Казахстана с запада на восток вызывало выпадение осадков и кратковременное понижение температуры. В период 2...4 апреля вторжение холодного антициклона вызвало переход дождя в снег на юго-востоке республики. При этом температура воздуха понижалась на юге и юго-востоке ночью до 0...-5 °С; на западе – до -7 °С; на северо-западе, востоке и в центре – до -13 °С, на севере – до -16 °С. Затем смена процесса на юго-западный привела к повышению температуры воздуха, за исключением западных регионов Казахстана, где с преобладанием циклонической деятельностью было прохладно и дождливо. В течение третьей декады на северные регионы республики оказывала влияние высотная ложбина, с центром над г. Салехардом, а над южными областями при этом наблюдались широтные потоки, что на фоне выхода южного циклона привело к повышению температуры: на севере до +24 °С, на западе до +28 °С, на северо-востоке и в центре до +29 °С, на востоке и юго-востоке до +30 °С и на крайнем юге до +36 °С. Лишь в конце месяца с северо-западным вторжением температура воздуха вновь понизилась.

Май по температуре на большей части Казахстана был около средних многолетних значений и выше нормы на 1,0...2,8 °С, лишь местами на севере, крайнем востоке, юго-востоке и в центре республики отмечались слабые отрицательные аномалии.

Осадков на большей части территории выпало до 24 мм; 25...98 мм местами на западе, северо-западе, севере, северо-востоке, востоке, юго-востоке, юге и в центре Республики, на М Лепсинск (Алматинская область) – 104 мм, что меньше нормы в большинстве областей, около и больше нормы в 1,3...4,0 раза в Северо-Казахстанской, Атырауской, на большей части Западно-Казахстанской, Актюбинской, Костанайской, Алматинской, Жамбылской, местами Южно-Казахстанской, Мангистауской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской и в отдельных районах Кызылординской области.

В начале первой декады над территорией Казахстана установился высотный гребень, который усилился к середине декады и охватил западные регионы республики. Формирование высотной ложбины над восточной половиной Казахстана и северное вторжение способствовали понижению температуры в этих регионах до заморозков 0...5 °С, а местами в центре и юге страны перепады составили 7...10 °С. В конце декады гребень над западом республики разрушился, и в течение всей второй декады над территорией Казахстана преобладали северо-западные потоки. В приземном слое атмосферы при этом произошло северо-западное вторжение, что вновь привело к выпадению осадков и понижению температуры местами на севере и востоке области до 0...4 °С мороза. В третьей декаде установление широтного переноса над югом республики привело к теплой и сухой погоде, а под влиянием высотной ложбины и активной циклонической деятельности в приземном слое над северными регионами дожди были частыми.

Июнь был прохладным и влажным. Такое обилие дождей на фоне невысоких температур объясняется частыми вторжениями холодного воздуха из арктических широт. Прогрев в дневные часы переувлажненной почвы приводил к развитию мощных кучево-дождевых облаков, сопровождавшихся ливнями, грозами, усилением ветра и нередко градом.

На протяжении всего **июля** по территории Казахстана наблюдалась контрастная погода. Так если на западе республики с блокирующим антициклоном стояла аномальная жара (+40 °С), то в восточной половине Казахстана с северо-западными потоками – прохладная с частыми дождями погода.

Август по температуре на большей части Казахстана был около и ниже нормы на 1,0...1,8 °С, лишь в Атырауской, местами в Западно-Казахстанской, Мангистауской, Кызылординской, Южно-Казахстанской, в

отдельных районах Жамбылской, Алматинской и Восточно-Казахстанской области – выше нормы на 1,0...2,4 °С.

Осадков выпало до 24 мм на большей части территории республики; 25...69 мм – местами на западе, севере, востоке, юго-востоке и в центре Казахстана, что около и больше нормы в 1,3...3,5 раза местами на западе, северо-западе, северо-востоке, востоке, юге, юго-востоке, в центре и в отдельных районах севера, меньше нормы – на остальной территории.

В первой декаде западное вторжение вызвало понижение температуры и дожди в большинстве областей республики. Затем формирование высотного гребня над центральным Казахстаном способствовало повышению температурного фона и дефициту осадков. Во второй половине месяца углубление и перемещение высотной ложбины в восточном направлении, а также западное и северо-западное вторжения привели к выпадению дождя в отдельных регионах и дополнительному понижению температуры. Так 22 и в период 25...30 августа в северной половине республики на почве отмечались заморозки до 1 °С.

Сентябрь был теплым, аномалия температуры воздуха составила 1,0...3,5 °С, в Западно-Казахстанской, местами Мангистауской, в отдельных районах Кызылординской, Южно-Казахстанской, Жамбылской, Алматинской и Восточно-Казахстанской области – в пределах нормы.

Осадков выпало на большей части территории до 23 мм; 27...70 мм – местами на западе, северо-западе, севере и юго-востоке Республики, что около и больше нормы в 1,3...3,4 раза на западе, местами на юго-западе, северо-западе, севере, юго-востоке, в отдельных районах центра, востока и юга Республики, меньше нормы – на остальной территории.

Поступление холодного и влажного воздуха из районов Баренцева и Карского морей на западную половину и вынос тепла из районов Средней Азии на восточную половину республики обусловило прохладную с дождями погоду на западе, теплую с дефицитом осадков – на остальной территории. Лишь в горных и предгорных районах юга и юго-востока обострение фронтальных разделов вызвало обильные дожди, которые перекрыли месячную норму.

Октябрь был теплым с температурой воздуха выше нормы на 1,0...3,4 °С, лишь в отдельных районах запада, юга и юго-востока – около нормы.

Осадков в большинстве областей выпало до 24 мм; 25...50 мм – местами на западе, северо-западе, севере, востоке, юго-востоке, юге, юго-

западе и в центре республики, на М Балкашино (Акмолинская область) – 53 мм, на М Аркалык (Костанайская область) – 55 мм, на М Лениногорск (Восточно-Казахстанская область) – 58 мм и на М Лепсинск (Алматинская область) – 61 мм, что около и больше нормы в 1,3...3,9 раза на большей части территории, местами на севере, северо-востоке, востоке, юго-востоке, юге, юго-западе и в центре Республики – меньше нормы.

В начале месяца синоптические процессы третьей декады августа сохранились. В дальнейшем перемещение высотной ложбины в восточном направлении и западное вторжение обусловили неустойчивый характер погоды. С юго-западными ветрами на запад республики поступал теплый средиземноморский воздух, который распространился почти на всю территорию Казахстана в середине второй декады. В период 17-22 октября с очередным западным вторжением, температура вновь понизилась и ночью 18 октября выпал снег в Акмолинской (М Щучинск, Ерейментау и Стеногорск), Павлодарской (М Баянаул) и Карагандинской (М Корнеевка и Каркаралы) областях. В третьей декаде произошла перестройка барического поля, в результате чего западные регионы оказались под влиянием арктических воздушных масс, а юго-восточная половина – среднеазиатского теплого воздуха. В конце месяца очаг холода распространился на всю территорию республики.

В ноябре холодную погоду с частыми осадками формировали серии северо-западных и западных вторжений, с которыми был связан циклон, расположенный над о. Новая Земля.

Средняя месячная температура воздуха в большинстве областей Казахстана была ниже нормы на 1,0...5,5 °С, около и выше нормы на 2,3 °С – на востоке и юго-востоке республики.

Осадков выпало преимущественно от 2 до 21 мм, местами 25...46 мм; 52...67 мм – в отдельных районах севера и востока, 79...188 мм – в горных и предгорных районах юга и юго-востока, что около и больше нормы в 1,3...3,6 раза, меньше нормы местами на северо-западе, севере, юге, а также в отдельных районах запада, востока и центра республики.

Большую часть месяца в средней тропосфере над территорией Казахстана господствовала ультраполярная высотная ложбина, обеспечив тем самым беспрепятственный заток холодных воздушных масс. В приземном слое атмосферные фронты вызывали в северных регионах снег, метель и усиления ветра, на остальную территорию проникали холодные

антициклоны, смещавшиеся из Северной Атлантики. Вторжения выхолаженных арктических воздушных масс вызывало усиление Сибирского антициклона и резкое понижение температуры воздуха на 10...15 °С, а в горных и предгорных районах на 20 °С, тем самым столбики термометров опускались ниже 0 °С даже днем.

В начале третьей декады в результате очередного разворота ультраполярной ложбины, ориентированной из районов Западной Сибири на Кавказ сформировалась аномально холодная с частыми осадками погода.

Декабрь был холодным с дефицитом осадков благодаря антициклональному типу погоды.

Средняя месячная температура воздуха по территории была около и ниже нормы на 1...7 °С, лишь на крайнем западе – выше нормы на 1 °С.

Осадков выпало на большей части до 24 мм, 26...45 мм в отдельных районах центра, а также в горных и предгорных районах востока и юго-востока, до 79 мм местами на юге; что около и меньше нормы в большинстве областей, и больше нормы в 1,3...1,4 раза местами в центре и на юго-западе страны.

Большую часть месяца над территорией Казахстана преобладала высотная ложбина. В конце второй декады установление высотного гребня ориентированного с Каспийского на Карское море привело к усилению Сибирского антициклона над Восточным Казахстаном, при этом сильные морозы отмечались по всем регионам республики.

Лишь в конце месяца с углублением высотной ложбины на Казахстан стали проникать циклоны, обусловившие осадки и кратковременное ослабление морозов.

Краткая характеристика синоптических процессов, обусловивших возникновение стихийных метеорологических явлений

Сильный ветер, шквал. Сильные ветры при скорости 30 м/с и более на территории Казахстана в 2011 году наблюдались на 15 метеорологических станциях и постах. Всего было зарегистрировано 44 случая такого усиления ветра.

Наиболее часто сильные ветры достигают штормовой и ураганной силы под влиянием орографии. Таким примером служат ветры Джунгарских ворот, дующие вдоль оси узкого ущелья. При антициклонической погоде к востоку и северо-востоку от Джунгарского ущелья и циклонической – к западу, северо-западу и юго-западу возникает сильный юго-восточный ветер, который здесь называют «евгей». При обратном поло-

жении барических центров возникает сильный ветер северо-западного направления, называемый «сайкан». Скорость потоков в ущелье часто превышает 30 м/с, достигая в отдельных случаях 40 м/с, т.е. ветры у земли имеют скорости, характерные для струйных течений в тропосфере. Так в районе оз. Жаланашколь наблюдалось 23 периода юго-восточного ветра с максимальной скоростью 30...39 м/с и продолжительностью от 1 до 46 ч, на М Алаколь 11 февраля порывы восточного-юго-восточного ветра достигали 40 м/с и продолжались 4 ч.

В Жалгызтобе Восточно-Казахстанской области юго-восточные орографические ветры со скоростью 34 м/с, наблюдались 29...30 января, 3 февраля, 14 и 25 марта. Их продолжительность была от 3 до 13 ч.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 25-26 марта, когда сильные ветры со средней скоростью 12...17, порывами 18...25 м/с наблюдались в большинстве районов Западного, Северного и Восточного Казахстана, а на М Бурабай и Коргалжин Акмолинской области и М Жалгызтобе Восточно-Казахстанской области порывы ветра достигали 32...34 м/с. Штормовой ветер был вызван интенсивным углублением циклона над Средней Волгой и перемещением его на Средний Урал и далее на северо-восток. Над Восточной Сибирью, Монголией, Восточным и Южным Казахстаном в этот период сохранялся мощный антициклон. Прохождение активного циклона над Средним Уралом и Югом Западной Сибири и сохранение мощного антициклона на юге и востоке Казахстана, способствовали формированию зоны с большими барическими градиентами, что и привело к возникновению сильных юго-западных ветров, местами достигших критериев СГЯ.

На приземной карте за 24 марта в 00 ч среднего гринвичского времени (СГВ) глубокий циклон с центром над Новой Землёй ($P_{ц} = 968$ гПа) прослеживался над Баренцевым морем, северными территориями Скандинавии, Европейской частью России и Западной Сибирью. С циклоном были связаны арктическая и полярная системы фронтов. Обширный антициклон с центром над Монголией охватывал своим влиянием Сибирь, восточную половину Казахстана и Китай. Ещё один антициклон располагался над Британскими островами и Европой. Центр его находился над Северным морем ($P_{ц} = 1040$ гПа).

В средней тропосфере на карте АТ500 глубокий циклон ($P_{ц} = 495$ гПа) располагался над о. Шпицберген и Баренцевым морем. Ось высотной ложбины проходила через ЕТР на Кавказ. Планетарная высотная фронтальная зона (ПВФЗ) была направлена с Северной Атлантики через

Скандинавию, центральные районы Европейской России, Западный и Северный Казахстан и далее на Западную Сибирь. Скорость ведущего потока ПВФЗ достигала 180...200 км/ч, интенсивность – 20...32 гПа/500км.

В барической ложбине над Центром ЕТР в 00 ч СГВ на волне холодного фронта арктической системы образовался частный циклон ($P_c = 994$ гПа), в передней части которого падение давления достигало 2,5...3,8 гПа/3 ч. Интенсивному углублению циклона способствовали термические и динамические факторы. На АТ850 и АТ700 гПа в барической ложбине над центральными районами ЕТР в 00 ч СГВ наблюдалась расходимость изогипс. За 12 ч геопотенциал на АТ700 понизился на 7...12 гПа. В тыл ложбины происходил заток холодного арктического воздуха. Адвекция холода за 12 часов составила 4...7 °С. Адвекция тепла из районов Каспия в слое АТ850...АТ700 в передней части ложбины над Уралом и Северным Казахстаном составила 3..5 °С. Все эти факторы привели к тому, что уже к 12 час СГВ 24 марта в высотной ложбине над Центром ЕТР оформился высотный циклон, очерченный одной изогипсой. Ещё одна слабовыраженная ложбина была направлена на Кольский п-ов – оз. Ладога, в ней на арктическом фронте образовалась волна, в передней части которой давление падало на 3,0...4,8 гПа/3 ч. В течение дня такое падение давления у земли сохранялось, и к 12 ч СГВ ложбина над Ладожским озером объединилась с циклоном над ЕТР, центр которого располагался над Казанью. Давление в нём продолжало падать, центр циклона переместился в район г. Перми. В дальнейшем в циклоне сохранялось падение давления, и к 12 ч СГВ 25 марта понизилось на 30 гПа достигнув 964 гПа. Циклон переместился под активной ВФЗ на Средний Урал. Наиболее интенсивно давление падало в передней и северной частях циклона (4,0...6,0 гПа/3 ч) (рис. 1). Над восточными, центральными и южными областями Казахстана сохранялся отрог антициклона, центр которого находился над Монголией.

В результате резкого углубления циклона и сближения двух противоположных барических образований, в южной части циклона над западными и северными областями образовалась штормовая зона, интенсивность которой в приземном слое составила 15...20 гПа/500 км. Совпадение направления потоков у земли и на высотах также способствовало увеличению барического градиента, что и привело 25-26 марта в западных и северных областях Казахстана к повсеместному усилению юго-западного ветра до 12...17 м/с, с порывами до 18...25 м/с, на МБурабай и Коргалжин Акмо-

линской области до 32 м/с. В Восточно-Казахстанской области на М Жалгызтобе ветер юго-восточного направления достигал скорости 34 м/с.

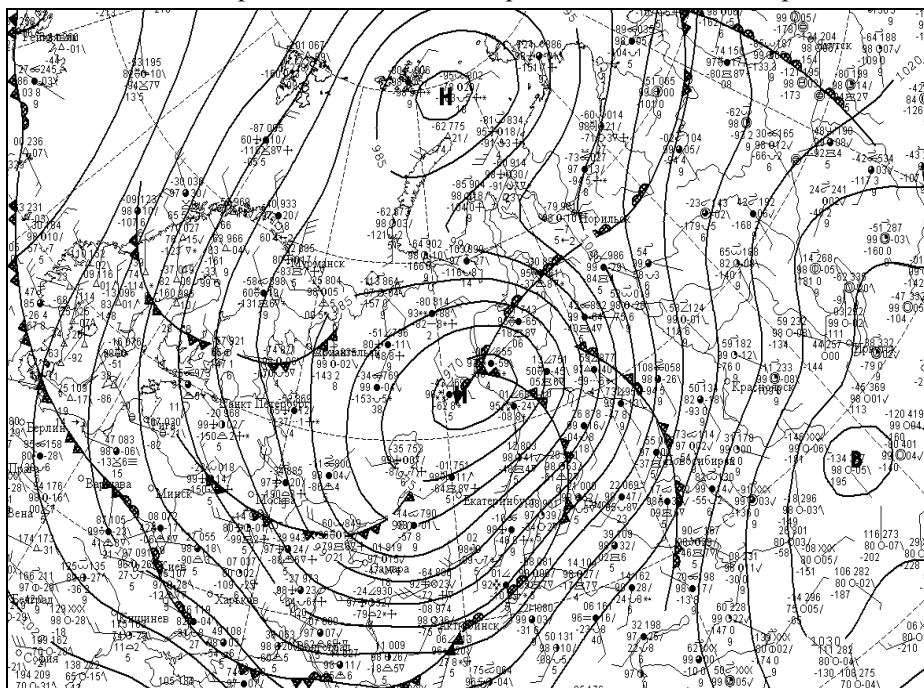


Рис. 1. Анализ приземной карты за 12 ч СГВ 25.03.2011 г.

26 марта циклон продолжал смещаться под ПВФЗ в северо-восточном направлении и достиг районов Северного Урала. Высотной гребень и антициклон сохранялись над Восточной Сибирью и Монголией, поэтому штормовая зона ветров сохранялась в Северном и Западном Казахстане. И лишь 27 марта под влиянием значительной адвекции тепла в передней части барической ложбины 8...13 °С, а также значительных тыловых скоростей на АТ500 – 120...180 км/ч, произошло разрушение высотного гребня и перемещение его в Забайкалье, штормовая зона переместилась на Красноярский край и сильные ветры на территории Казахстана прекратились.

В Костанайской области на большей части территории 7 февраля наблюдался юго-восточный ветер со средней скоростью 12...18 м/с с порывами до 19...24 м/с. На М Экидын ветер усиливался до 3 м/с. Усиление ветра было связано с прохождением через северные районы республики «ныряющего» циклона, образовавшегося над Скандинавией, и смещавшегося через территорию ЕТР на Западную Сибирь. Подробно этот синоптический процесс рассмотрен в подразделе Сильная метель.

На территории Казахстана в 2011 г. было отмечено три случая шквального усиления ветра: 2 случая на М Баршатас Восточно-Казахстанской области 1 и 8 августа, когда ветер усиливался до 34 м/с, и 15 мая на М Тасты Южно-Казахстанской области, скорость ветра достигла 40 м/с.

В Восточно-Казахстанской области на М Баршатас 8 августа в 11 ч 16 мин начался шквал и продолжался в течение 9 минут. Днём 8 августа над этой территорией сформировались синоптические условия благоприятные для возникновения фронтальных шквалов. Фронтальные шквалы непосредственно связаны с прохождением линии холодного фронта, особенно при наличии на фронте волновых возмущений. Также шквалы чаще всего возникают в передних, обычно восточных, частях высотных барических ложбин (АТ500...АТ200) при наличии расходимости юго-западных потоков. Благоприятными условиями для возникновения шквалов являются: значительное ослабление ветра в зоне струйного течения, большой контраст температур (у земли разность температур перед фронтом и за ним составляет 7...10 °С) перед холодным фронтом и значительный рост давления за холодным фронтом (3...5 гПа/3 ч). Все эти условия наблюдались днём 8 августа (рис. 2). Перед холодным фронтом в 6 ч СГВ температура воздуха на М Баршатас была 28,8 °С, падение давления 1 гПа/3 ч, ветер юго-западный 7 м/с. Шквальное усиление ветра произошло в 11 ч 16 мин и продолжалось 9 мин, и уже в 12 ч СГВ (срок наблюдения) ветер был северо-западный, рост давления 4,1 гПа/3 ч, температура понизилась до 15,8 °С.

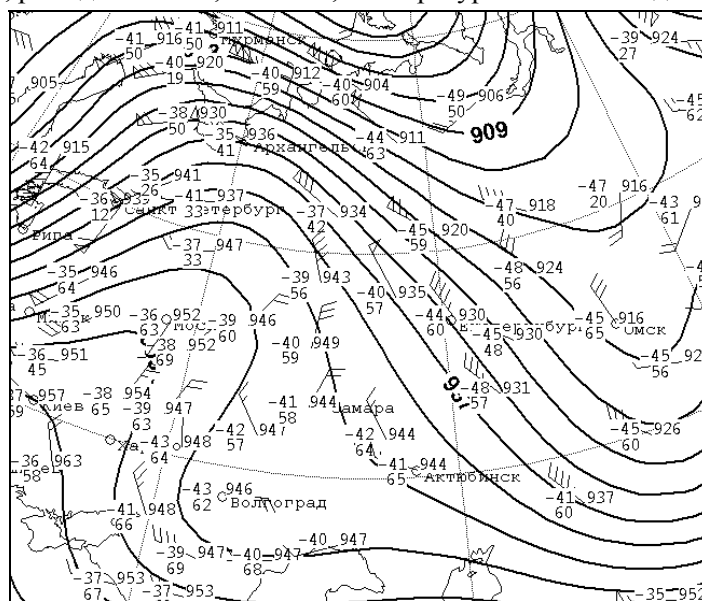


Рис. 2. Карта АТ300 за 12 ч СГВ 8.08.2011 г.

Аналогичная синоптическая ситуация была 1 августа, когда шквал наблюдался на М Баршата с максимальным усилением ветра до 34 м/с.

Сильная метель. В холодное полугодие в северном Казахстане сильные метели отмечаются ежегодно. В месяц среднее число случаев колеблется от 2...6 до 10...12, достигая в отдельные годы 20...25. 6-10 февраля на территории республики наблюдался период с сильными метелями, достигшими критериев особо опасных явлений. Метели были зафиксированы в Актюбинской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Карагандинской областях.

Также сильные метели отмечались на отдельных станциях, в основном, в местах орографического усиления ветра. Это М Мугоджарская 10.2 и 18.12 в Актюбинской области, М Актогай 28.01 и М Жалгызтобе 14 и 23.03 в Восточно-Казахстанской области.

5 февраля с выходом Мургабского циклона на территории Карагандинской области отмечались снегопады и метели, с видимостью 50...500 м, сильным ветром 12...18 м/с, порывами до 20 м/с. На М Кзылтау наблюдалась сильная метель, со средней скоростью ветра 20 м/с и порывами до 24 м/с, видимостью 50 м. Продолжительность метели составила 13 ч.

6 марта на большей части территории Костанайской области наблюдались снегопады с метелями при видимости 50...500 м, юго-западном ветре 12...19 м/с, с порывами до 21 м/с. На М Железнодорожный свх. отмечалась сильная метель продолжительностью 18 ч, с видимостью 200 м, при средней скорости ветра 16 м/с, с порывами до 20 м/с.

Благоприятными условиями для развития метелей послужило наличие глубокого циклона ($P_{ц} = 977$ гПа) сместившегося из районов Баренцева моря на центральные районы ЕТР и отрога мощного Сибирского антициклона ($P_{ц} = 1050$ гПа). Вследствие сближения изаллобарических областей разного знака произошло увеличение барических градиентов, как у земли (градиент геопотенциала составил 15...20 гПа/500 км), так и на высотах, а следовательно, и усиление ветра до штормового. С тёплым фронтом и фронтом окклюзии над Костанайской областью днём 6 марта начались снегопады, и развилась интенсивная общая метель.

Аналогичная синоптическая ситуация наблюдалась 28-29 декабря, когда снегопады и метели охватили территорию Северо-Западного, Северного и Центрального Казахстана. Видимость в метели понижалась до 50...500 м, скорость ветра достигала 14...20 м/с с порывами до 29 м/с. На М Карасу Костанайской области метель продолжалась 16 ч, при средней скорости ветра 18 м/с и видимости 100 м.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 6-11 февраля, когда сильные метели были вызваны серией «ныряющих» циклонов образовавшихся над Скандинавией и сместившихся через ЕТР на Западный Казахстан и далее на центральные районы Западной Сибири. На приземной карте погоды за 00 ч СГВ 5 февраля глубокий циклон ($P_{ц} = 965$ гПа) располагался над Норвежским морем. Изаллобарическая пара его была хорошо выражена: падение давления в передней части циклона над Северо-западом и Центром ЕТР составило 1,7...4,7 гПа/3 ч, рост за холодным арктическим фронтом в тылу циклона в Норвежском море – 3,5...4,5 гПа/3 ч. С циклоном были связаны арктическая и полярная система фронтов, хорошо выраженные в поле всех метеорологических элементов. Ложбина циклона была направлена на Северо-западные и Центральные области ЕТР, по оси которой лежал тёплый фронт арктической системы. На высотах АТ700 и АТ500 над северо-западом ложбины наблюдалась расходимость циклонических изогипс, геопотенциал за сутки понизился на 7...13 гПа на АТ700 и на 8...20 гПа на АТ500. Активная ВФЗ (градиент геопотенциала 16 гПа/500 км) проходила через Великобританию – Белоруссию – Центр ЕТР. Скорость ведущего потока на АТ500 составила 140...160 км/ч, на высоте АТ300 в струйном течении 220...270 км/ч.

Таким образом, на высоте сформировались условия для «ныряния» циклона, который со скоростью 80 км/ч перемещался из района Норвежского моря на центральные районы ЕТР. Центр его в 00 ч СГВ 6 февраля располагался севернее Москвы. Циклон обладал большими запасами тепла и влаги. В слое Земля – АТ300 дефицит влажности составлял 0...2,5 °С. Перед тёплым фронтом арктической системы температура воздуха у земли была -9...-13 °С, в тёплом секторе циклона – +1...+5 °С. Одновременно с этим, над центральными и восточными областями Казахстана усилился отрог Сибирского антициклона. Сближение двух барических систем, активного, быстро перемещающегося циклона, и усиливающегося отрога антициклона, привело к возникновению над западными областями республики высокоградиентной зоны (10...12 гПа/500 км), что вызвало усиление ветра 13...18, с порывами до 26 м/с у поверхности земли. Выпадение снега и сильный ветер обусловили метели, местами сильные, сначала в Западно-Казахстанской, а затем в Актюбинской области. Одинаковая направленность потоков (юго-западных) у земли и на высотах способствовала сохранению сильных ветров и метелей.

В дальнейшем циклон со скоростью 60...70 км/ч продолжал смещаться под активной ВФЗ в юго-восточном направлении. И уже в 00 ч

СГВ 7 февраля охватывал территорию Поволжья, Урала, западного и северо-западного Казахстана. Его центр в 00 ч СГВ находился над Уральском. В передней части циклона над югом Урала и северо-западом Казахстана давление падало на 2,7...5,3 гПа/3 ч, в тылу циклона над Поволжьем рост давления составил 1,2...3,8 гПа/3 ч. Снегопады сохранялись над всей территорией, охватываемой циклоном, а в передней его части на территории Костанайской и Северо-Казахстанской областей сохранялись сильные ветры, метели, местами сильные. Отрог антициклона, располагавшийся над центральными и северными областями Казахстана разрушился, но усилился Сибирский антициклон. Таким образом, градиентная зона между двумя различными барическими образованиями и одинаковая направленность потоков у земли и на высотах сохранились, что способствовало сохранению сильных ветров и метелей. По мере заполнения и смещения циклона 8 февраля на Западную Сибирь ветер и метели над северным Казахстаном ослабели.

Следующий циклон, образовавшийся над Исландией 7 февраля, интенсивно углубляясь, перемещался под ВФЗ со средней скоростью 70 км/ч сначала на восток, а затем на юго-восток. И уже 9 февраля в 00 ч СГВ располагался над ЕТР. Падение давления в передней части циклона в зоне тёплых атмосферных фронтов над Поволжьем составило 4...5,3 гПа/3 ч, рост за холодным фронтом – 2,4...3,6 гПа/3 ч (рис. 3).

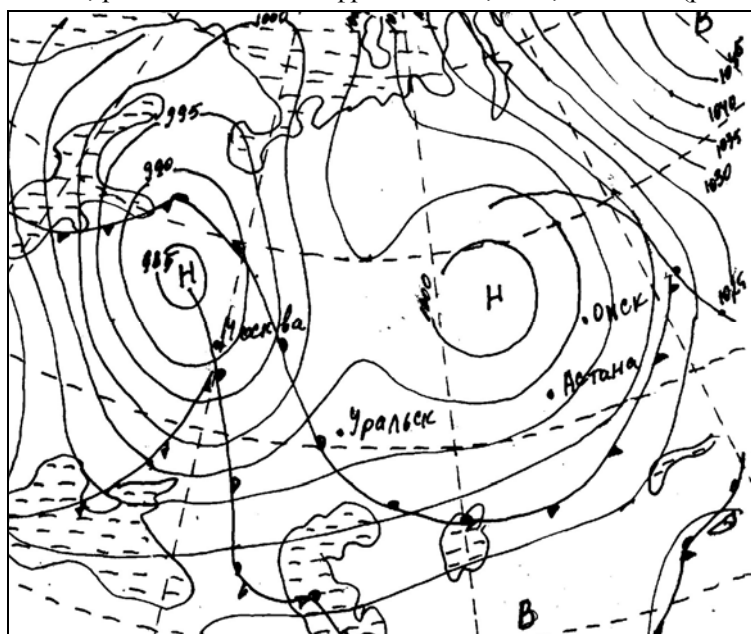


Рис. 3. Анализ приземной карты погоды за 00 ч СГВ 9.02.2011 г.

10 февраля продолжалось падение геопотенциала на высотах АТ700 и АТ500 над центральными областями ЕТР до 10...16 гПа за сутки, расходимость изогипс увеличилась, и в ложбине на АТ500 образовался замкнутый центр, очерченный двумя изогипсами. Скорость ветра на высоте 5 км во фронтальной зоне составляла 120...150 км/ч.

Циклон начал заполняться, но продолжал перемещаться в юго-восточном направлении под активной ВФЗ (градиент геопотенциала 20 гПа/500 км) со скоростью 50 км/ч. Центр его ($P_{ц} = 998$ гПа) переместился на район г. Самары. Приближение циклона к усилившемуся отрогу Сибирского антициклона ($P_{ц} = 1050$ гПа), располагавшемуся над центральными, восточными и южными областями Казахстана, привело к возникновению значительных горизонтальных барических градиентов (15...18 гПа/500 км) и усилению юго-западного ветра, местами до штормового. Прохождение тёплых атмосферных фронтов по территории Западного и Северного Казахстана обусловило почти повсеместно выпадение снега, что и создало 10 февраля условия для метелей, местами сильных.

Дальнейшее перемещение циклона на Северный Казахстан и разрушение отрога антициклона привело к ослаблению барических градиентов в этих районах, что в свою очередь способствовало ослаблению ветра и прекращению метелей 11 февраля.

Сильные осадки (дождь, снег). К очень сильным дождям (СГЯ) отнесены дожди с количеством 50 мм и более за 12 часов и менее в равнинной части территории, и 30 мм и более за 12 часов и менее в горных и селеопасных районах. К сильным снегопадам (СГЯ) отнесены случаи выпадения снега с количеством 20 мм и более за 12 часов и менее.

В 2011 году наблюдалось 6 периодов, когда сильный дождь отмечался на нескольких гидрометеорологических станциях и постах в двух областях. Это 6-7 мая, когда в Алматинской и Южно-Казахстанской областях сильный дождь был отмечен на 15 станциях, 26-28 июня на 7 и 2 июля на 17 в Алматинской области, 21 июля на 3 в Акмолинской и Восточно-Казахстанской областях, 16 сентября на 3 станциях Алматинской области и 21-22 ноября на 7 станциях Жамбылской и Южно-Казахстанской областях.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 6-7 мая. Над территорией Казахстана 5 мая в 12 ч СГВ располагалось три системы атмосферных фронтов: над крайним югом и юго-востоком полярная, над центром – арктическая и над севером свежearктическая система. Южная половина республики находилась в циклоническом поле. Антициклон с центром над Салехардом

охватывал территорию Западной Сибири и крайних северных областей Казахстана. В тропосфере высотный антициклон располагался над северными районами ЕТР и Западной Сибирью. Ложбина высотного циклона была направлена от Новосибирска на Омск – Екатеринбург. Активная фронтальная зона располагалась над центральными и южными областями республики, интенсивность её была 10...12 гПа/500 км, 6...8 °С/500 км. Такая синоптическая ситуация характерна для ультраполярного вторжения.

В течение последующих суток ложбина циклона медленно разворачивалась и смещалась на северные области Казахстана. Адвекция холода в слое АТ850...АТ500 за сутки составила 3...10 °С. Интенсивность ВФЗ составила 14...16 гПа/500 км, связанные с ней фронтальные разделы перемещались на юг. Полярная система переместилась в горные районы Заилийского Алатау, арктическая система на Южно-Казахстанскую, Жамбылскую и Алматинскую области, свежearктическая система на юг Карагандинской области. Произошло обострение фронтов и дожди начались днём 5 мая в Южно-Казахстанской области, ночью 6 мая в Жамбылской и Алматинской областях. По мере смещения и разворота высотной ложбины на центральные районы республики, а также перемещения антициклона в южном направлении, адвекция холода усиливалась (за сутки с 5 на 6 мая в слое ОТ500/1000 геопотенциал понизился на 6...11 гПа, с 6 на 7 мая ещё на 10...12 гПа), происходило дальнейшее обострение арктических фронтов и их смещение на юг. Немалую роль в этом играла и вынужденная конвекция на наветренных склонах гор. Все эти факторы привели к выпадению в Южно-Казахстанской и Алматинской областях 6-7 мая дождей, местами сильных, а в горных и предгорных селеопасных районах их количество достигло критериев СГЯ.

С перемещением антициклона на северные области Казахстана 9 мая завершилось ультраполярное вторжение на территорию республики и дожди на юге и юго-востоке прекратились, дневная температура в приземном слое понизилась с +25...+30 °С 5 мая до +6...+16 °С 7 мая.

В Алматинской области 2 июля, преимущественно в горных и предгорных районах, на 17 станциях и постах прошёл сильный дождь 30...60 мм, а на М Учарал количество выпавших осадков составило 80 мм. Эти дожди были вызваны прохождением холодных арктических фронтов с северо-западным вторжением на территорию Казахстана.

В течение 2011 года отмечалось 4 случая ливневых дождей, которые наблюдались в течение одного часа. В Атырауской области на

М Махамбет 8 июня в 6 ч 20 мин СГВ начался ливневый дождь и продолжался 1 час, выпало 84 мм осадков, это 4 месячных нормы. В Мангистауской области на М Тущибек 19 августа в 8 ч 30 мин СГВ в течение часа выпало 80 мм осадков при месячной норме 6 мм. В Алматинской области на М Учарал 2 июля днём выпало 80 мм осадков при норме 24 мм, в ВКО на М Дмитриевка 21 июля в 11 ч 39 мин СГВ в течение 3 ч выпало 81 мм осадков при норме 52 мм.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 8 июня. В период 1-8 июня над территорией Западного Казахстана, Среднего Поволжья и Южного Урала сохранялся высокий циклон с вертикальной пространственной осью и прослеживался до высоты АТ200. На карте относительной топографии ОТ500/1000 ему соответствовал очаг холода. Периодический подток холодного и влажного воздуха из северных районов ЕТР способствовал формированию вторичных холодных фронтов в циклоне и его регенерации. Над Атырауской областью 8 июня на высотных барических картах отмечалась значительная циклоническая кривизна изогипс, а в приземном слое находился частный циклон, что способствовало возникновению восходящих упорядоченных токов (рис. 4).

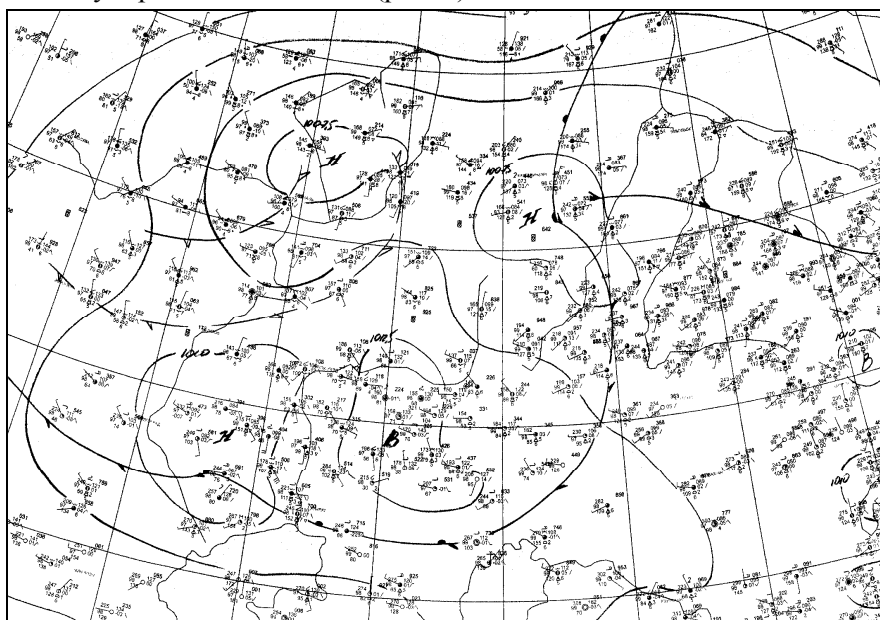


Рис. 4. Приземная карта погоды за 06 ч СГВ 8.06.2011 г.

Большая увлажнённость всей толщи тропосферы, дефициты точки росы составляли 0,9...4,0 °С, и неустойчивая стратификация атмосферы при прогреве воздуха в дневные часы, наличие очага холода на высоте,

близкое расположение вершины волны на фронте создали исключительно благоприятные условия для выпадения сильного дождя на М Махамбет.

В 2011 году отмечалось 28 случаев сильного снегопада. Из них 22 случая наблюдалось на метеостанциях и постах расположенных в южных и юго-восточных районах республики. В отличие от сильного дождя, который часто отмечался в нескольких областях и на нескольких станциях, сильные снегопады носили локальный характер. Исключение составила Южно-Казахстанская область, в которой 18 февраля сильный снег отмечался на 5 станциях, 22 февраля и 22 ноября на двух, 29 декабря на 3 станциях.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 29 декабря, когда в Южно-Казахстанской области наблюдалось три случая выпадения сильного снега, а на М Ачисай выпало 54 мм. Это наибольшее количество снега отмеченное в 2011 году.

Синоптический процесс 29-30 декабря относится к северо-западному вторжению, при котором на юге и юго-востоке Казахстана выпадает наибольшее количество осадков. Глубокий циклон ($P_{ц} = 980$ гПа) с центром над Екатеринбургом, 29 декабря в 00 ч СГВ охватывал своим влиянием Западную Сибирь и Казахстан, за исключением его восточных районов. С ним были связаны фронт окклюзии и арктическая фронтальная система. В 00 ч СГВ фронт окклюзии уже находился над Кызылординской областью. В тыл циклона перемещался антициклон вторжения, который 29 декабря в 00 ч СГВ располагался уже над восточной частью Чёрного моря (рис. 5).

Высотное барическое поле характеризовалось хорошо развитым высотным гребнем над Восточной Европой и севером Скандинавии. Глубокая ложбина проходила через Новую Землю до Актюбинска, в которой над югом Урала располагался высотный циклон. Благодаря значительной адвекции холода на западные области Казахстана ($3...10$ °С на АТ850) ВФЗ за сутки переместилась с центральных районов ЕТР на западные и юго-западные районы республики, её интенсивность возросла до $24...28$ гПа/500 км (рис. 6).

В предыдущие сутки через южные области республики проходила высотная ложбина и связанный с ней тёплый фронт, в результате чего, прошли осадки и воздух от земли до 9 км, был влажным, дефицит точки росы составил $0,9...4,2$ °С. Под активной ВФЗ в передней части высотной ложбины в 3 ч СГВ на Узбекистан переместилась волна из Туркмении, образовавшаяся на полярной фронтальной системе.

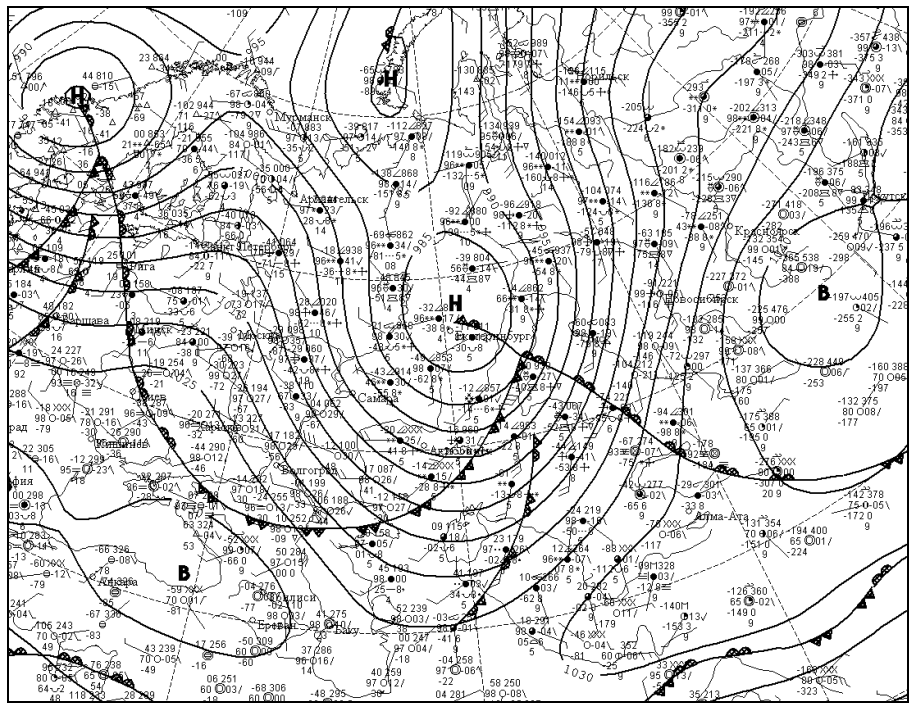


Рис. 5. Анализ приземной карты погоды за 00 ч СГВ 29.12.2011 г.

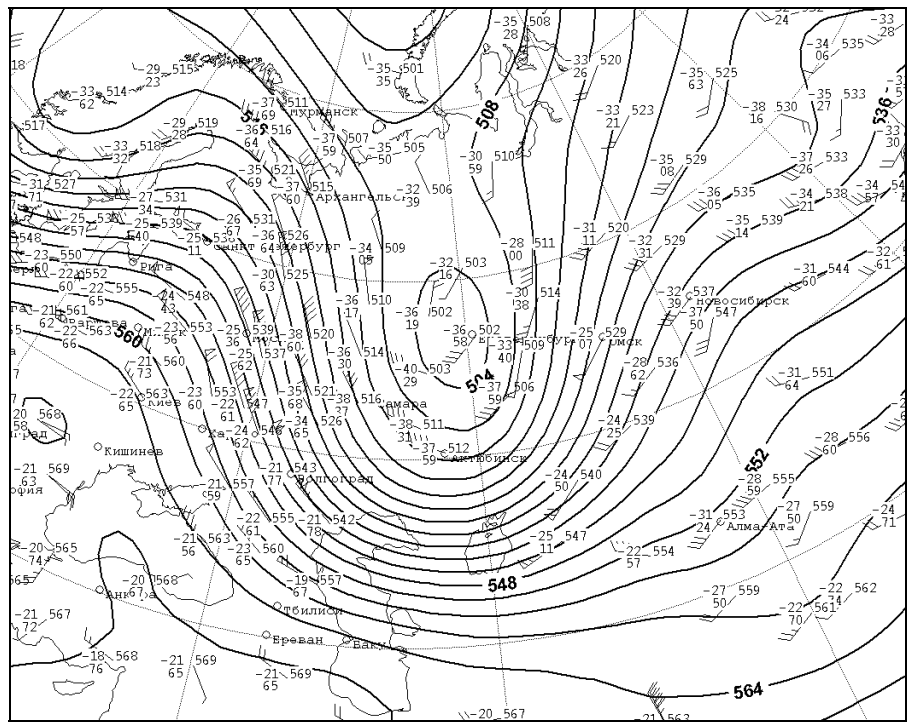


Рис. 6. Карта AT500 за 00 ч СГВ 29.12.2011 г.

Смещаясь со скоростью 80...90 км/ч, уже в 09 ч СГВ она достигла Южно-Казахстанской области, по северной половине которой перемещался фронт окклюзии. Адвекция тепла с юга и адвекция холода с запада привели к обострению фронтов и усилению осадков. По всей области отмечались снегопады, на М Ачисай днём 29 декабря выпало 54 мм осадков.

Скорости ветра в тропосфере в тылу высотной ложбины над ЕТР достигали 160...180 км/ч, адвекция холода в слое АТ850...АТ500 составила 10...13 °С. Эти факторы к 03 ч СГВ 30 декабря способствовали усилению высотного гребня, быстрому перемещению высотной ложбины и связанного с ней холодного арктического фронта с запада Казахстана на юг. Только когда антициклон вторжения 31 декабря в 00 ч СГВ достиг Алматинской области, температура воздуха понизилась на 5...10 °С, снегопады в Южно-Казахстанской области прекратились.

Сильные снегопады 7 февраля на МП з/с Пушкина в Костанайской области и 10 февраля в Актюбинской области на АМП Джурун и ГП Ленинский были связаны с прохождением «ныряющего» циклона из районов Скандинавии. Синоптическая ситуация 7-10 февраля подробно рассмотрена в разделе «сильные метели».

Также в разделе «Сильные метели» рассмотрена синоптическая ситуация, наблюдавшаяся днём 6 марта в Костанайской области, когда сильный снег отмечался на АМР Фёдоровка. Снегопад был вызван прохождением хорошо выраженного тёплого фронта, связанного с глубоким циклоном, переместившимся на центральные районы ЕТР с Баренцева моря.

Град. В период с мая по август 2011 года на территории Казахстана было зарегистрировано 13 случаев очень сильного града диаметром от 20 до 30 мм.

Наиболее значительный по площади распространения град наблюдался 17 мая в горных и предгорных районах Алматинской области. На М Алматы и ГП Турбаза Алматау отмечался град диаметром 20 мм, на М Аксенгир – 23 мм, на МП Медео – 30 мм. Кроме этого, град диаметром от 8 до 11 мм выпал на М Шимбулак, М Каменское плато, Жаланаш и Нарынкол. 27 июня в Алматинской области также отмечался град. На М Медео диаметром 20 мм, М Каменское плато – 6 мм, М Алматы (Обсерватория) – 8 мм, М Аксенгир – 10 мм, М Нарынколе в течение часа град наблюдался дважды – диаметром 10 и 14 мм. На М Алматы и М Аксенгир видимость при этом была 500 м. Продолжительность града была от 2 до 6 мин. Во всех случаях выпадение града было связано с развитием мощных кучево-

дождевых облаков, сопровождалось ливневыми дождями, местами сильными, грозами и шквалистыми ветрами с порывами до 20...26 м/с.

Рассмотрим синоптическую ситуацию 17 мая 2011 г. Над Алма-тинской областью в 00 ч СГВ прослеживалось два атмосферных фронта: холодный участок полярного фронта в районе оз. Балхаш и тропический, располагавшийся над горными районами Заилийского Алатау (рис. 7).

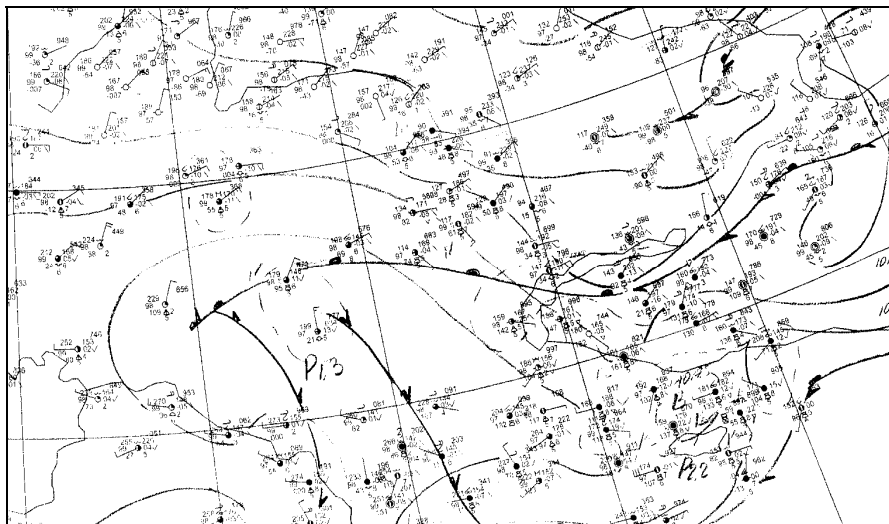


Рис. 7. Приземная карта погоды за 15 ч СГВ 17.05.2011 г.

Атмосферный фронт из районов Балхаша в течение дня медленно смещался на центральные районы области, тропический фронт сохранял своё местоположение. Фронты отличались большой динамической значимостью. Градиент температуры в зоне полярного фронта в слое Земля – АТ700 был 6...10 °С/500 км, дефицит точки росы составлял 1,5...2,4 °С, градиент геопотенциала ОТ500/1000 – 16...18 гПа/500 км, высота нулевой изотермы выше 3 км (в Алматы 3,6 км). Падение давления в период 9...12 ч СГВ составило 1,4...2,9 гПа/3 ч. Вынос на высоте с западно-юго-западными потоками тёплых воздушных масс, максимальный дневной прогрев воздуха у земли до +23...+29 °С (на АТ850 до +17...+18 °С, на АТ700 до +4...+5 °С) и заток холода на АТ500 (температура воздуха понизилась на 2...6 °С в период с 00 ч до 12 ч СГВ), способствовали дальнейшему циклогенезу и активизации фронтов. Ночью по всей области прошли дожди, местами сильные, что привело к значительному увлажнению почвы и воздуха. В предгорье и горах при такой ситуации происходит усиление конвекции вдоль склонов и ускоренное облакообразование. Все эти факторы создали условия к возникновению во второй половине дня, в пе-

риод наибольшего развития термической конвекции, мощной кучево-дождевой облачности, что и вызвало грозы, шквалистый ветер, ливневые дожди, местами сильные 16...22 мм, а также град. Кучево-дождевая облачность достигла своего максимального развития в горах Заилийского Алатау. На М Каменское плато порывы ветра достигали 15...20 м/с.

Аналогичная синоптическая ситуация наблюдалась 27 июня, когда сильный град диаметром 20 мм выпал на МП Медео, но так же умеренный град диаметром от 6 до 14 мм и ливневый дождь с видимостью 500 м отмечались на М Каменское плато, М Алматы (Обсерватория), Нарынкол, Аксенгир. Шквалистый ветер скоростью 16 м/с и с порывами до 26 м/с в течение 11 мин наблюдался на М Каменское плато.

В результате такой погоды только в городе Алматы и горах Заилийского Алатау (преимущественно в ущелье Бутаковка, на Медео) было повалено более 5 тыс. деревьев, 16 дворов подтоплено, произошло отключение 13 подстанций, повреждены линии электропередач и машины. Пострадало 4 человека.

В Жамбылской области на ГП Аксу 19 мая, на ГП Благовещенский и Ташутколь 20 мая выпал град диаметром 20 мм. Кратковременные ливневые дожди и град наблюдались в слабовыраженном циклоне, у вершины волны, на холодном арктическом фронте и вторичном холодном фронте. Адвекция тепла происходила на высоте 850 гПа, контраст температуры в зоне фронта на АТ850 гПа составлял 6...8 °С/500 км, дефицит влажности 2...5 °С. На АТ500 гПа наблюдалась адвекция холодного воздуха. Двусторонняя адвекция способствовала увеличению контрастов в зоне фронтов, а влияние орографии также усиливало конвекцию.

В Актюбинской области 18 июня на М Кос-Истек в течение 5 мин выпал град диаметром 24 мм, на М Актобе также прошёл град, но его размеры (диаметр 10 мм) не достигли критерия СГЯ. Выпадение града наблюдалось на вторичном холодном арктическом фронте. Контрасты температуры в зоне арктического фронта на АТ850 гПа составляли 6...8 °С, в зоне вторичного фронта у поверхности земли 2...5 °С. Ливневые дожди, гроза, град наблюдались в юго-восточной части высотной ложбины под слабовыраженной ВФЗ активностью 8...10 гПа/500 км, под расходящимися потоками, на циклонической стороне струйного течения.

Обзор стихийных гидрологических явлений

В начале января 2011 года на большей части территории Казахстана установился пониженный температурный фон; процесс ледообразова-

ния на реках юга, юго-востока и востока республики усилился, обусловив образование зажоров льда и резкое повышение уровней воды. В Восточно-Казахстанской области на р. Калжир 2 января образовался зазор в районе с. Жанааул, вследствие чего наблюдался подъем уровня воды; вода вышла из берегов и создавалась угроза подтопления 10 домов; 6 января зазор был ликвидирован, обстановка стабилизировалась. 7 января в протоке р. Ертис в районе с. Прапорщиково (ВКО) образовалась наледь, вода пошла поверх льда, подтапливались дворовые участки, которые находились в низине.

В Алматинской области с первых чисел января также резко похолодало, аномалия температуры воздуха в первой декаде января 2011 г. составила $-8...-10^{\circ}\text{C}$. На реках области в этот период шло интенсивное ледообразование, образование зажоров. 10 января на р. Шарын отмечался прорыв берегоукрепляющей дамбы, и вода реки пошла на поселок Шарын, который расположен в низовьях реки (южнее поселка Чунджа). Прорыв произошел в связи с искусственным изменением русла реки во время проведения строительных работ. В зону подтопления попало около 250 домов; 500 человек было эвакуировано, жертв и разрушений не было. На месте работала тяжелая техника, вода от поселка была отведена на поля.

В бассейнах рек Западно-Казахстанской области к началу половодья снеготазасы были ниже нормы на 10...30 %. Осеннее увлажнение почво-грунтов в верховьях Урала и бассейнах рек Большой и Малый Узень, было выше обычного на 20...40 %, в междуречье Волга – Урал почва была увлажнена почти в два раза больше нормы.

Половодье на реках Западно-Казахстанской области началось на неделю позже, чем обычно. 9-10 апреля резкое потепление и дожди вызвали бурное развитие весенних процессов – разрушение ледостава, подъемы уровней воды в реках, образование заторов льда, разливы и подтопления населенных пунктов. С 9 по 14 апреля в Западно-Казахстанской области осадков выпало больше месячной нормы. Половодье на таких реках, как Деркул, Шаган, Чижа 1, Чижа 2 было бурным. Объем весеннего половодья на реках Деркул и Шаган был один из максимальных, уровни воды – самые высокие за весь ряд наблюдений. На р. Деркул в районе гидропоста Белес максимальный уровень воды за весь период наблюдений отмечался 8 апреля 1986 года – 800 см. В этом году максимальный уровень на р. Деркул превысил исторический максимум на 79 см (879 см – 12 апреля). Подъемы уровней воды на реках Деркул

и Шаган составили 7...9 м. Водами рек Урал, Деркул и Шаган подтапливались поселки Зеленый, Таскала, Чувашка, пригороды г. Уральска.

На остальных реках равнинной территории Казахстана половодье было относительно спокойным. Наиболее интенсивное развитие половодья было отмечено на р. Шерубайнура (Карагандинской обл.), за период 9-13 апреля в районе п. Шопан уровни воды повысились на 3 м, в районе поселка были размыты грунтовые дороги.

В Акмолинской области на р. Жабай 12-13 апреля отмечались резкие подъемы уровня воды в связи с прорывом Айдабульской плотины; в районе г. Атбасар уровни воды в реке превышали опасные значения, наблюдалось подтопление крайних домов с. Балкашино, г. Атбасара, расположенных вдоль р. Жабай.

Во второй декаде апреля в связи с повышением температурного фона началось интенсивное снеготаяние и резкое увеличение водности на большинстве рек Восточно-Казахстанской области (Ульби, Глубочанка, Красноярка, Таловка, Шар, Улькен Бокен и др.), отмечались разливы и подтопления. Речкой Маховка было подтоплено 63 дома в г. Усть-Каменогорске, район «Старая Согра», под угрозой подтопления находились 58 домов, водами р. Глубочанка подтоплено 3 дома и 50 хозпостроек, дачные кооперативы.

В Алматинской области на р. Лепси 4-8 апреля в результате образовавшегося затора льда в районе а. Толебаев уровни воды повысились на 1,7 м, наблюдались разливы и подтопления в районе гидропоста; 9 апреля затор был разрушен, уровни воды понизились более чем на метр.

В период 6-9 мая в горных районах Алматинской области прошли дожди, местами сильные. На реках низкогорной и среднегорной зон (Киши Алматы, Бутаковка, Терисбутак, Шыжин, Каратал и др.) отмечалось формирование тало-дождевых паводков. 6 мая в бассейне р. Аксай в логу Акжар сформировался небольшой селевой выброс с расходом $4 \text{ м}^3/\text{с}$.

В мае началось уменьшение притока воды в Шардаринское водохранилище за счет сокращения сбросов воды из Кайраккумского водохранилища и увеличения заборов воды из р. Сырдарья на территории Узбекистана. В июне – августе приток воды в Шардаринское водохранилище был в несколько раз ниже средних многолетних значений. Среднемесячные расходы воды за июнь ($53,1 \text{ м}^3/\text{с}$), июль ($50,6 \text{ м}^3/\text{с}$) были одними из низких после 2008 года.

Обзор снеголавинной обстановки в горах

В большинстве горных районов Алматинской и Южно-Казахстанской областей высота снега была значительно ниже средних многолетних значений. Высота снега в Илейском и Таласском Алатау составила 80...100 % от нормы к концу зимы. В Жетысуском Алатау высота снега в течение всей зимы была 100...110 % от нормы. Резко отличалось распределение снега и осадков в горах Восточно-Казахстанской области (ВКО). На севере ВКО (особенно район г. Риддера) высота снега была 190...220 % от средних многолетних значений. При этом в южных районах ВКО высота снега была в пределах 70...80 % от нормы.

Подобное распределение снега способствовало незначительной лавинной активности в горах. В горных районах ЮКО и Жамбылской областей лавиноопасных ситуаций не было из-за экстремально низкой высоты снега. В горных районах Алматинской области было только два лавиноопасных периода 2-3 и 22-25 февраля. Наблюдался сход лавин в Илейском и Жетысуском Алатау. Сведения о сходе лавин поступали со снегомерных маршрутов и снеголавинных станций. Поэтому больше всего информации о лавинах в окрестностях г. Алматы. Массовый сход лавин отмечался в бассейнах рек Малая и Большая Алматинки, Котырбулак, Проходная. Основная масса лавин имела объемы 100...300 м³. Отдельные лавины достигали объемов 1000...2000 м³. Какого либо ущерба лавины не причинили, большинство из них остановилось на склонах.

Однако в горах Восточно-Казахстанской области в течение зимы сохранялась напряженная снеголавинная обстановка. Она возникала из-за значительной высоты снега, количества осадков и сильных ветров с метелями. Отмечены лавиноопасные периоды: 1-5 января и 19-20 февраля. Сход лавин наблюдался в районе автомобильной дороги Усть-Каменогорск – Самарское и бассейнах рек Белая Берель и Ульба. Объем лавин изменялся от 300 до 800 м³. Из-за лавин и метелей было перекрыто автомобильное сообщение между населенными пунктами. Подобная ситуация здесь складывается каждую зиму.

Всего с начала года зафиксировано 69 лавин общим объемом 79779 м³, из них 33 случая (44275 м³) в Восточно-Казахстанской области. Из массового самопроизвольного схода, наиболее существенные лавины наблюдались:

В Алматинской области:

12 марта в Илейском Алатау в бассейне р. Киши Алматы сошли 4 лавины в лавиносборах общим объемом 6100 м³. Лавины остановились на склонах вне дорог;

12 марта в районе Большого Алматинского озера сошли семь снежных лавин в лавиносборах, общим объемом 17800 м³;

17 марта в бассейне р. Турген на 23 км а/д «Турген – урочище Батан» произошел самопроизвольный сход 3 лавин общим объемом 1780 м³. В результате дорога была перекрыта, проведена расчистка снега.

В апреле по горным районам Казахстана продолжался сход лавин. Всего за месяц зафиксировано 5 лавин общим объемом 17014 м³ (две по Иле Алатау и три по Восточно-Казахстанской области).

7 апреля в Талгарском районе Алматинской области, восточнее горнолыжной трассы спортивно-оздоровительного комплекса «Ак Булак» произошел сход снежной лавины объемом 1 млн. м³. В результате под лавиной остались начальник лыжного патруля СОК и заместитель директора ТОО «Родон» которые, катаясь за пределами запрещающего знака, спровоцировали сход лавины. В ходе поисковых работ найдено тело 1 человека. Поиски второго велись силами 27 человек и 3 единицы техники ГУ «РОСО» МЧС РК; 4 человека и 1 единица техники ОЧС Талгарского района, 10 человек СОК.

20 октября в Талгарском районе при восхождении альпинистов на пик Маншук Маметовой произошел сход снежной лавины. В результате 1 человек погиб. При ликвидации ЧС были задействованы 7 человек и 1 единица техники МЧС РК.

В Восточно-Казахстанской области:

в Катон-Карагайском районе, на 15 км а/д «Согорное – Печи» сошли снежные лавины: 7 марта – объемом 300 м³ и 15 марта – 3 лавины общим объемом 120 м³. В результате дороги были полностью перекрыты, проведена расчистка снега;

11 марта на 60 км а/д «Оскемен – Зыряновск» произошел самопроизвольный сход снежной лавины объемом 400 м³;

26 марта в Катон-Карагайском районе на 14 км а/д «Согорное – Печи» сошли 3 лавины общим объемом 16380 м³; на 17 км а/д «Белое – Чаловка» сошли 3 лавины общим объемом 590 м³; 29 марта на 11 км а/д «Согорное – Печи» произошел самопроизвольный сход 7 лавин общим объемом 22575 м³;

6 апреля на 173 км а/д «Оскемен – Горная Ульбинка – Северное» произошел самопроизвольный сход снежной лавины объемом 400 м³ и на 63 км а/д «Оскемен – Зыряновск» объемом 100 м³. Проведена расчистка дороги;

11 апреля в Катон-Карагайском районе на 16...17 км а/д «Согорное – Печи» произошел самопроизвольный сход трех снежных лавин общим объемом 615 м³. Проведена расчистка дороги.

Сгонно-нагонные явления на Каспийском море

Состояние водной поверхности. По данным береговых и островных морских станций и постов в 2011 г. уровень Каспийского моря в его северо-восточной мелководной части колебался около отметки -27,43 м в пределах значений -26,69...-27,98 м.

В глубоководной казахстанской части Каспийского моря по данным МГ Форт-Шевченко, МГ Актау и МГП Фетисово среднее значение уровня моря соответствовало отметке -27,49 м с максимальным значением при подъёме – -27,03 м и минимальным при спаде – -27,84 м.

Зима 2010...2011 гг. на Каспийском море в его северной мелководной части по сумме отрицательных температур воздуха в холодное полугодие и степени распространения границы льда была умеренно холодной. В начале первой декады декабря 2010 г. в районе северного побережья Каспийского моря морскими станциями и постами были отмечены первые ледовые явления. Формирование ледового покрова имело затяжной характер из-за повышенного фона температуры воздуха в данном районе. Устойчивый припай вдоль всего северо-восточного побережья моря установился только с конца первой декады января 2011 г. Максимальное значение толщины льда зафиксировано у северо-восточного побережья Северного Каспия в конце февраля в районе МГП Жамбай – 33 см. У восточного побережья по данным МГП Каламкас в течение всего зимнего периода наблюдалось сильное сжатие и торошение льдов.

В начале третьей декады января процесс ледообразования достиг центральной глубоководной части Северного Каспия, при этом, по данным МГ Кулалы, остров, в районе станции наблюдалось неоднократное установление припая, шириной более 15 км с последующим полным очищением моря ото льда. В середине февраля в районе станции наблюдался дрейф льда начальных форм сплочённостью 9 баллов. Максимальная толщина льда припайной зоны в районе станции в конце февраля достигала 8 см.

Согласно данным МГ Форт-Шевченко, начиная с середины третьей декады февраля, в бухте установился устойчивый припай с максимальной

толщиной льда – 16 см в конце первой декады марта. Согласно космическим снимкам, в конце февраля ледовый покров распространился по всей акватории Северного Каспия (рис. 8). В Среднем Каспии в районе морской станции Актау в течение всей зимы льда не было.

Весеннее разрушение ледового покрова на Каспийском море началось с глубоководной части Северного Каспия в начале второй декады марта (рис. 9). Полное очищение моря ото льда произошло в первых числах апреля.

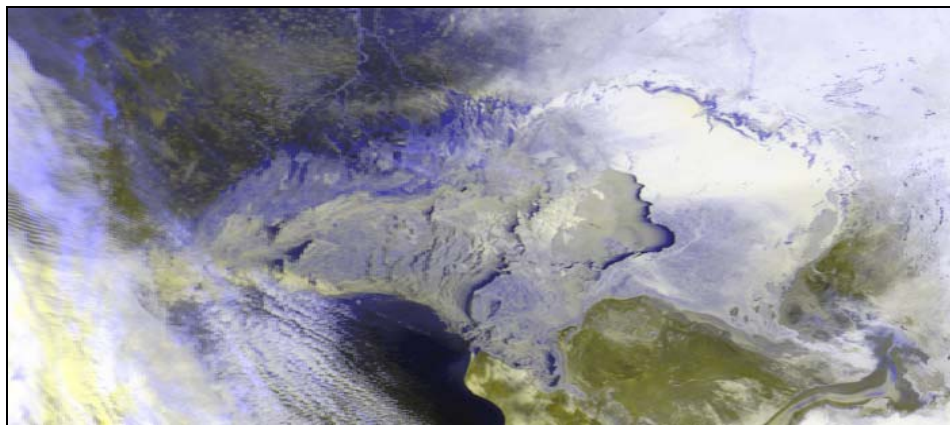


Рис. 8. Ледовый покров Северного Каспия, полное замерзание. Снимок спутника NOAA № 19 за 23 февраля 2011 г.

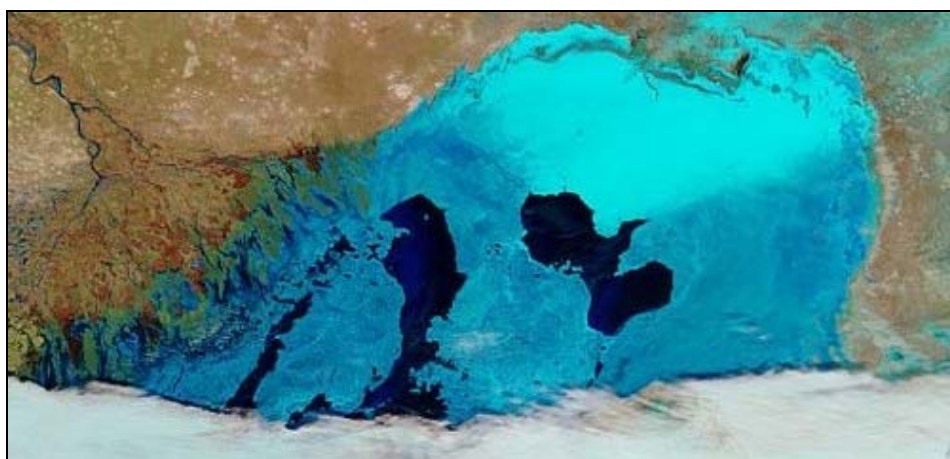


Рис. 9. Начало весеннего разрушения ледового покрова Северного Каспия. Снимок спутника NOAA за 11 марта 2011 г. Проект TERRA/MODIS.

Сгонно-нагонные колебания уровня Каспийского моря. В 2011 г. казахстанскими морскими станциями и постами у побережья Северного Каспия был зафиксирован 21 случай со сгонно-нагонными явлениями. Из

них 6 случаев с понижением уровня моря ниже опасной для данного района отметки -27,80 м, произошедшие на фоне низкого стояния уровня моря (табл.). В результате опасного сгонного понижения уровня моря ухудшаются условия плавания малых и средних судов.

На восточном побережье Среднего Каспия в рассматриваемый период в районе МГП Фетисово было зафиксировано 3 случая ветрового нагона с незначительным повышением уровня моря. Опасные для данного района сгонно-нагонные колебания уровня моря не наблюдались.

Таблица

Опасные сгоны, зафиксированные морскими станциями и постами на Северном Каспии

Станция	Период	Уровень моря, предшествующий явлению, м	Сгон	
			наименьший уровень моря, м	величина спада уровня, см
Каламкас	03.01 – 15.01	-27,50	-27,81	31
	08.10 – 20.10	-27,40	-27,88	48
	26.11 – 27.11	-27,59	-27,86	27
Пешной	07.08 – 14.08	-27,60	-27,89	29
	15.10 – 29.10	-27,60	-27,90	30
	05.11 – 08.11	-27,60	-27,85	25

Обзор стихийных агрометеорологических условий

В конце осени 2010 года, по данным последнего осеннего обследования, влагозапасы почвы на полях были во всех областях республики около и ниже нормы, за исключением Алматинской области, где влагозапасы были около и выше нормы.

В зимний период 2010-2011 гг. на территории Казахстана выпали осадки в основном около и ниже нормы. Обильные осадки выше нормы выпали на востоке, юго-востоке и на западе республики, а также в некоторых районах Костанайской, Карагандинской и Северо-Казахстанской областях.

На юге и юго-востоке республики для перезимовки озимых культур сложились в основном благоприятные условия. В Жуалинском, Рыскуловском и Байзакском районах Жамбылской области в результате вымерзания погибло от 17 до 32 % посевов озимой пшеницы. В Зеленовском районе Западно-Казахстанской области погибло до 23 % посевов озимой пшеницы. В остальных районах изреженность посевов были ниже 10 %.

Весна 2011 года почти повсеместно на территории республики была ранней, аномалии температуры воздуха со второй декады марта составляли от +1 °С до +5...8 °С. Переход весной среднесуточной температуры воздуха через

0 °С произошел в обычные сроки, т.е. около среднесуточного значения, однако переход через 5...10 °С в Северо-Казахстанской, Костанайской, Павлодарской, Акмолинской и Восточно-Казахстанской областях произошел несколько раньше обычных сроков – в начале и середине апреля.

Поскольку период с мягкопластичным состоянием почвы весной короткий (10...20 дней), очень важно не упустить благоприятный момент и своевременно провести полевые работы, в том числе посев яровых зерновых культур.

Расчеты запасов влаги на период весенних полевых работ, показали, что на территории республики в основном ожидалось удовлетворительное увлажнение почвы.

В Актыубинской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областях в основном сложились удовлетворительные и оптимальные условия увлажнения в метровом слое почвы. В основном недостаточные запасы влаги в почве по всей глубине почвенного горизонта сложились в Павлодарской, Восточно-Казахстанской и Карагандинской областях. В Западно-Казахстанской области сложились преимущественно недостаточные и удовлетворительные условия влагообеспеченности.

В первой декаде июня все зерносеющие районы северной части республики завершили посев яровых зерновых культур. В северной половине республики, развитие яровых зерновых культур происходило неравномерно из-за разных сроков посева.

В течение месяца по всей территории Казахстана отмечалась устойчивая теплая, с осадками ливневого характера погода, что благоприятствовало пополнению почвенной влаги, особенно в верхнем пахотном слое (0...20 см).

В первой декаде июля на большей части основной зерносеющей зоны Казахстана агрометеорологические условия для роста и развития яровых зерновых культур складывались благоприятно из-за хорошей влагообеспеченности почвы.

Запасы продуктивной влаги в почве за декаду оценивались от недостаточной до удовлетворительной в Западно-Казахстанской и Восточно-Казахстанской областях. В Павлодарской области сложились недостаточные условия влагообеспеченности почвы. В Северо-Казахстанской области состояние влагозапасов почвы оценивались от удовлетворительного до оптимального. В Карагандинской области, на юге и юго-востоке республики от недостаточного до оптимального. Удовлетворительные запасы

продуктивной влаги сложились в Актюбинской, Костанайской и Акмолинской областях.

В текущем году в течение вегетационного периода яровых зерновых культур сложились благоприятные погодные условия для формирования будущего урожая.

В конце августа приступили к уборке зерновых культур повсеместно по республике. Жаркая, без осадков погода во второй половине декады благоприятствовало полному созреванию зерна и уборке урожая.

Первыми завершили уборку урожая в Западно-Казахстанской области, при урожайности 10,2 ц/га, в Актюбинской – 7,3 ц/га, в Восточно-Казахстанской – 11,9 ц/га и в Павлодарской области, где урожайность составила 8,8 ц/га.

В северной половине выпавшие осадки несколько затянули завершение уборки яровых зерновых культур в Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской областях. Снег на севере страны и усиление ветра привели к полеганию посевов, снижению урожайности и ухудшению качество зерна. Несмотря на неблагоприятные погодные условия в период уборки, по Северо-Казахстанской области было намолочено 22,4 ц/га, по Костанайской – 20,2 ц/га, Акмолинской – 17,0 ц/га и по Карагандинской области 11,1 ц/га.

Поступила 25.12.2012

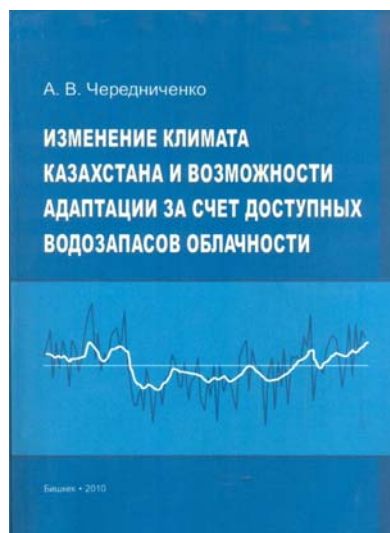
Б.А. Сазанова
Т.В. Худякова
С.Л. Аманкулова
Ж. Сатыбылдиева
Т.И. Криворучко
К.Е. Бектурсунов
Л.М. Соколова
Е.И. Васенина
Т.М. Толстоногова

2011 ЖЫЛЫ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ АПАТТЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАР

Шолуда апатты метеорологиялық құбылыстар жайында және олардың пайда болуына әсер ететін синоптикалық процестердің қысқаша мінездемелері келтірілген. Сонымен қатар, Қазақстан аумағында байқалған апатты гидрологиялық және агрометеорологиялық құбылыстар мен Каспий теңізі Қазақстан жағалауындағы қауіпті құма толқынды құбылыстарға шолу жасалған.

А.В. ЧЕРЕДНИЧЕНКО «ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА КАЗАХСТАНА И ВОЗМОЖНОСТИ АДАПТАЦИИ ЗА СЧЕТ ДОСТУПНЫХ ВОДОЗАПАСОВ ОБЛАЧНОСТИ»

Бишкек, 2010, 260 с. ISBN 978-9967-11-287-2



Эта монография является, по сути, копией докторской диссертации автора, и уже поэтому интерес к ней особенно высокий. Время, прошедшее с момента выхода работы, показало, что это значимое научное исследование, содержащие не только результаты многолетних исследований автора, но и ряд новых идей, подходов и гипотез, которые могут оказаться полезными для тех, кто занимается исследованиями в данной области.

В монографии рассмотрены две взаимосвязанные проблемы: тенденции изменения климата на территории Республики Казахстан, и возможности адаптации сельскохозяйственных районов Северного Казахстана к происходящим изменениям за счет доступных водозапасаов облачности. Каждая из проблем обсуждена глубоко и достаточно нестандартно.

Так, рассматривая в главе 2 тенденции изменения климата, автор отобрал данные восьми станций с наиболее длинными рядами наблюдений, расположенных в разных регионах Республики, и на этой основе, впервые, построил временной ряд средней температуры воздуха для Казахстана. В результате появилась возможность выполнить сравнительный анализ временного хода температуры в Казахстане с ходом глобальной температуры, а также средней температуры в России. Было выявлено, что временной ход средней температуры по Казахстану неплохо согласуется с временным ходом глобальной температуры, и особенно хорошо – с временным ходом средней температуры территории России. Последнее хорошее согласие объяснено тем, что и Казахстан, и большая часть территории России расположены в одном естественном синоптическом районе и находятся под воздействием одних и тех же синоптических процессов или их большей части.

Средняя температура воздуха в Казахстане имеет положительный тренд в последние три десятилетия. Однако, в работе показано, что средняя температура, имевшая место в 30-е гг. 20 в., ещё не достигнута, т.е. нынешняя температура ещё не вышла за пределы значений температуры, наблюдавшейся в Казахстане в последние 100 лет. Повышение температуры в тридцатые годы было характерным для умеренных широт всего Северного полушария, включая Северную Америку.

Для исследования особенностей изменения температуры по территории Республики автор первоначально привлёк данные 145 метеорологических станций, из которых затем было оставлено 45 наиболее длиннорядных и имеющих данные высокого качества. Было обнаружено, что, несмотря на то, что в настоящее время данные большинства станций показывают тенденцию к росту, в течение прошлого века температура на территории Казахстана менялась по-разному. Автор выделяет четыре региона, в которых временной ход температуры практически одинаков, но он существенно изменяется на границах при переходе в соседний регион. Такая типизация территории по характеру изменения температуры позволила наглядно показать связь этих изменений с изменениями в общей циркуляции атмосферы.

Для описания особенностей общей циркуляции атмосферы часто применяют типизацию Г.Я. Вангенгейма, в которой характер циркуляции определяется числом дней с преобладанием определенного типа циркуляции. Интенсивность циркуляции не учитывается. Автор для этой цели использовал индекс Северо-Атлантических колебаний (NAO), дополненный Ю.П. Переведенцевым индексом Каца для первого естественного синоптического района, в который полностью укладывается территория Казахстана. Из этих же соображений в работе были использованы индексы количественной оценки интенсивности циркуляции Токарева и Багрова. Таким образом, впервые для Казахстана была сделана попытка увязать происходящее изменение климата не только с формой, но и с интенсивностью общей циркуляции атмосферы, т.е. с глобальными циркуляционными процессами. Такой подход характерен для исследований этой проблемы в дальнем зарубежье и России. Подходы и полученные результаты – это новое для Казахстана направление в области исследования долгосрочных и сверхдолгосрочных связей, представляющее интерес для науки и практических приложений, по крайней мере, при построении сценариев изменения климата на ближайшие десятилетия.

В заключение 2 главы, автор на основе собственных результатов и использования данных ГГО по модельному анализу строит сценарии изменения температуры и осадков по территории Казахстана на период до

середины и конца 21 в. Показано, что рост температуры имеет место, а некоторое одновременное увеличение количества осадков не компенсирует рост испарения. Следовательно, условия для земледелия ухудшаются, и следует искать пути адаптации. Этим фактом обосновывается дальнейшее направление исследований. Один из путей адаптации автор видит в использовании доступных водозапасах облачности. Этому посвящены последующие главы монографии.

В 3-ей главе излагаются результаты изучения облачности над территорией Казахстана по спутниковым данным и данным метеорологических радаров. Используя оригинальные современные методы идентификации облачности по спутниковым снимкам, и установив критерии альбедо для типов облачности летнего периода, автору удалось построить довольно детализированные карты повторяемости различных типов облачности для теплого периода по территории Казахстана, в т.ч. в зависимости от макротипов процессов циркуляции.

По данным метеорологических радаров, особенно всесторонне изучено влияние Каспия на облако- и осадкообразующие процессы. Показано, что над морем, вопреки теории, количество выпадающих осадков на 35...40 % больше, чем на побережье. Эта информация важна для уточнения водного баланса Каспия.

В 4-ой главе рассмотрены аэросиноптические условия формирования конвективной облачности (с которой связано около 85 % осадков вегетационного периода), над Северным Казахстаном – основным сельскохозяйственным районом страны. Проанализированы не только условия формирования конвективных облаков, но и условия их перемещения в системах атмосферных фронтов, изучены физические параметры кучево-дождевой облачности по данным МРЛ, исследовано влияние рельефа на пространственное распределение облачности и даже построены прогностические графики для такой облачности. Результаты исследований, содержащиеся в этой главе, стали основой для разработки метода количественной оценки водозапасах конвективных облаков над Северным Казахстаном и итогов такой оценки, изложенных в 5-ой главе.

Ценной находкой представляется предложенный автором метод оценки доступных водозапасах облачности на основе наблюдений и измерений метеорологического радара, метеостанций, расположенных в зоне его наблюдений, и спутниковых снимков. Для расчетов водозапасах использованы измерения радаром параметров облачности в ближней зоне, а ее повторяемости – в радиусе до 100 км, где радар отслеживает практически все конвективные облака. Анализ по каждому из восьми сроков наблюдений позволил выявить суточный ход водозапасах, а осреднение за

сроки и за месяц – избавиться от необходимости учитывать изменение баланса водности каждого из облаков, приходящих и уходящих из зоны радиуса 100 км. За доступный потенциал водозапаса в методе принято считать 20 % от тех водозапаса, которые остаются после вычета выпавших из облаков осадков по данным метеостанций, расположенных в радиусе 100 км. Учитывая, что оцениваются водозапасы только мощных кучевых и кучево-дождевых облаков, а осадки, особенно в мае-июне, выпадают и из слоисто-дождевых облаков, можно полагать, что предложенный метод несколько недооценивает истинные водозапасы. Эту недооценку (примерно на 20...25 %) следует считать как положительный момент.

Попытки разработки метода оценки водозапаса конвективных облаков предпринимались в работах известного радиометеоролога В.Д. Степаненко. Однако создать метод ему не удалось. Он ограничился лишь указанием на то, что количественная оценка возможна при непрерывном определении количества и параметров каждого облака над полигоном.

Оценка водозапаса конвективных облаков над Северным Казахстаном показала, что они составляют величину, примерно равную количеству выпадающих осадков в вегетационный период. Следовательно, даже в засушливый год количество осадков можно удвоить, доводя их до нормы.

В данной главе дается обоснование того, что с учетом влагозапаса, которые в облаке примерно в 4 раза превышают водозапасы (а они примерно такие же в окружающей облако воздушной массе), при постоянной доставке влажного воздуха в системе общей циркуляции и при непрерывном испарении выпадающих осадков используемые водозапасы составят только несколько процентов от влаго- и водозапаса, содержащихся в облаках и воздушной массе над регионами. Это никоим образом не повлияет на процессы осадкообразования на соседних территориях. Последний факт представляется важным как для принятия идеи специалистами, так и для лиц, принимающих решения.

Замечания по содержанию монографии сводятся к следующим.

4-ая глава, несмотря на всю полезность содержащихся в ней результатов по исследованию физики кучево-дождевых облаков и условий их образования над Северным Казахстаном, воспринимается как несколько перегруженная. Конечно, автор в течение многих лет участвует в выполнении научных исследований по линиям КазНИИЭК и КазНУ им аль-Фараби, и за это время у него накопилось много информации по проблеме. Однако, кое-что можно было бы оставить на будущее.

В работе не получила должного развития и линия по использованию спутниковых данных. Освоена и реализована методика современного

анализа спутниковых данных по идентификации облачности, построены карты для вегетационного периода. Однако в методе оценки водозапаса эта информация используется только на первом этапе в качестве прогностической. Несмотря на то, что спутниковые данные используются в практической работе казахстанских метеорологов более 40 лет, региональных исследований в этой области почти нет. Хотелось бы пожелать автору, уже сделавшему шаги в этом направлении, такие исследования продолжить. В монографии, помимо результатов, ведущих к поставленной цели, дано решение других задач, имеющих важное значение. Это оценка влияния Каспия, самого крупного водоема Республики, на облакообразование и выпадение осадков на его восточном побережье, которая ранее никем не решалась на основе многолетних наблюдений метеорологического радара.

Вторая задача, идентификация снимков облачности по величине альбедо, успешно решаемая в ряде стран мира и в России, для Казахстана решена автором впервые.

Эти и ряд других вопросов следует рассматривать как побуждение для будущих исследователей к дальнейшему более углубленному их изучению. Возможно, именно поэтому рецензируемая монография пользуется большим спросом у сотрудников и студентов факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби, особенно у метеорологов, занимающихся сходными проблемами.

Уровень исследований вопросов в монографии, простой язык изложения сложных проблем – убедительные аргументы.

Монография Александра Владимировича Чередниченко «Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапаса облачности», бесспорно, является достойным вкладом КазНИИЭК, кафедры гидрометеорологии КазНУ им. аль-Фараби и самого автора в развитие гидрометеорологической и экологической науки в Казахстане.

Профессор кафедры географии,
землеустройства и кадастра
КазНУ им. аль-Фараби,
доктор геогр. наук Е.Н. Вилесов

Вальнер Роберт Юрьевич
(к 90-летию со дня рождения)

Роберт Юрьевич Вальнер родился 15 февраля 1923 г. в городе Смоленске в семье военнослужащего. В 1941 г. Роберт Юрьевич с отличием окончил среднюю школу на станции Сарыозек Казахской железной дороги. В этом же году был призван на службу в Советские Вооруженные Силы и направлен учиться в Высший военный гидрометеорологический институт (ВВГМИ). Впоследствии ВВГМИ был переименован в Военный факультет при Ленинградском Гидрометеорологическом институте (ЛГМИ).

В 1946 г. Роберт Юрьевич после окончания обучения был направлен военным инженером-метеорологом на службу в Авиационный корпус дальней авиации, который располагался тогда на Сахалине, а затем передислоцировался в Прибалтику. В 1958 г. корпус был реформирован в авиационную дивизию, в которой Р.Ю. Вальнер служил до 1965 г. Здесь он прошел путь от должности инженера-аэролога до заместителя начальника метеослужбы дивизии. С 1965 по 1966 г. Вальнер служил на Чукотке начальником метеослужбы Авиационной базы.

В 1966 г. Роберт Юрьевич был переведен на должность начальника метеослужбы Авиационной дивизии дальней авиации в район Семипалатинского ядерного полигона, в которой он прослужил до 1971 г. Затем воинская служба снова привела его на Крайний Север. С 1971 по 1973 г. он

начальник метеослужбы Оперативной Группы Войск Арктики. В октябре 1973 года Роберт Юрьевич Вальнер в звании подполковник-инженер увольняется из Советской Армии в запас.

Начался новый этап в жизни Роберта Юрьевича – служба Отечеству на гражданском фронте в Гидрометеорологической Службе Казахстана. В 1974 г. он работает инженером отдела гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства УГМС КазССР. Влечение к творческой работе приводит Роберта Юрьевича в 1975 г. к решению о переводе в Казахский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (КазНИГМИ), в котором он затем проработал свыше двадцати лет.

Богатый опыт работы в авиационной метеорологии позволил ему сразу же включиться в выполнение научных исследований института в области краткосрочных метеорологических прогнозов. Уже в 1978 г. Вальнер публикует свою первую статью в Трудах КазНИГМИ «О возможности использования уравнения тенденции для краткосрочного прогноза приземного барического поля». Делится опытом с синоптиками УГМС КазССР в работах «Методическое письмо по метеорологическому обслуживанию авиации» (1978 г.), «О ведущем потоке и его использовании для прогноза перемещения приземных барических образований» (1982 г.), «Опыт синоптико-гидродинамического прогноза температуры на картах АТ 850, АТ 700 и АТ 500» (1984 г.), «О возможности получения универсального способа расчета вертикальных скоростей в атмосфере» (1986 г.), «Методические указания по прогнозу гроз в Алма-Ате, Актюбинске и Кустанае» (1986 г.).

Прохождение нескольких мощных селевых потоков в районе Алма-Аты вызвало насущную необходимость создания прогноза этого стихийного явления природы. Изучение прошедших селей показало, что их прогноз невозможен без знаний о количестве выпадающих осадков в зоне формирования потока. И Роберт Юрьевич взялся за решение этой чрезвычайно сложной в то время задачи. На создание метода количественного прогноза ливневых осадков в горах ушло более 10 лет. В этот период им были выполнены важные для народного хозяйства исследования по темам: «Усовершенствование метода прогноза количества летних осадков на 12, 24, 36 часов на примере Казахстана с использованием численных прогнозов» (1978...1980 гг.).

«Усовершенствовать метод прогноза сильных дождей теплого периода на 12, 24 и 36 часов для территории Казахстана с использованием численных методов прогноза» (1983...1985 гг.).

«Разработать и усовершенствовать синоптико-статистические методы прогноза с заблаговременностью 18...36 часов зон активной конвекции и связанных с ними стихийных гидрометеорологических явлений (сильных ветров, ливней) с учетом региональных особенностей атмосферных процессов для территории Казахстана» (1985...1987 гг.).

«Разработать метод прогноза шквалов, связанных с зонами активной конвекции, с заблаговременностью 6...12 часов для метеобеспечения авиации в Казахстане» (1987...1988 гг.).

«Разработать метод прогноза локальных стихийных явлений (ливни) на срок 12...36 часов по территории Казахстана: район Заилийского Алатау» (1988...1990 гг.). Работы по внедрению своих исследований в создание методов прогноза селевых потоков Вальнер продолжал в 1997...1998 гг. в Казгидромете. Роберт Юрьевич Вальнер – автор 14 опубликованных и рукописных научных работ.

Занимая активные жизненные позиции, Роберт Юрьевич много внимания уделял общественно-политической работе в институте. Возглавлял работу комиссии контроля деятельности администрации, экспертной комиссии, был заместителем секретаря партийного бюро, членом Совета по профилактике правонарушений, общества «Знание». Много лет он работал в Комитете содействия офицерам запаса и в отставке, продолжает сотрудничество с Советом ветеранов и сейчас.

Роберт Юрьевич Вальнер – ветеран Труда и Вооруженных Сил. За долголетнюю и безупречную службу в Вооруженных Силах он награжден орденом Красной звезды и 15 медалями, за добросовестную работу – почетными грамотами Госкомгидромета СССР и КазНИГМИ, премиями и занесен на Доску Почета института.

В общении с коллегами и товарищами Роберт Юрьевич всегда доброжелателен и готов прийти на помощь. В эти юбилейные дни коллектив КазНИИЭЖ и Казгидромета желает Роберту Юрьевичу крепкого здоровья и ещё долго оставаться в строю рядом с нами.

Товарищи и коллеги по совместной работе в КазНИГМИ
(КазНИИЭЖ) и Казгидромете

Редколлегия журнала «Гидрометеорология и экология»

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

опубликованных в журнале «Гидрометеорология и экология» в 2012 г.

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Акиянова Ф.Ж., Семенов О.Е., Халыков Е.Е. Подвижные пески полуострова Бузачи (Бозашы). №1, С. 58-73.

Аллахвердиев З.С. О ветро-волновом режиме Апшеронского морского района (на примере острова Песчаный). №3, С. 90-95.

Аллахвердиев З.С. Оценка влияния климатических изменений на температуру поверхностных вод западного побережья в Среднем Каспии. №4, С. 20-25.

Ахмадиева Ж.К. К проблемам опустынивания/деградации земель на территории Актюбинской области №2, С. 37-46.

Ахмеджанов А.Х., Искаков А.Н. Особенности поглощения инфракрасного излучения атмосферными газами над территорией южного и северного Казахстана. №3, С. 7-17.

Байшоланов С.С., Байбазаров Д.К. Адаптация и использование динамической модели А.Н. Полевого для прогноза урожая сельскохозяйственных культур в условиях Казахстана. №2, С. 55-64.

Губинская Г.С., Турулина Г.К. О возможной связи суровых зим с солнечной активностью. №2, С. 16-22.

Ерисковская Л.А. Влияние климатических изменений на абляцию ледника Туйыксу №2, С. 23-29.

Каинов И.В., Семенов О.Е., Чередниченко А.В., Шапов А.П. Оценка выноса массы алевритовых частиц с осушенного дна Большого Арала с использованием данных дистанционного спутникового зондирования и мезомасштабной гидродинамической модели. №1, С. 7-40.

Каинов И.В., Семенов О.Е., Шапов А.П. Вынос массы алевритового аэрозоля с осушенной части Арала во время пыльной бури 28...29 апреля 2008 года. №3, С. 49-71.

Кожаметов П.Ж. Об оптимизации метеорологической сети Казахстана. №2, С. 7-15.

Кубенкулов К.К., Наушабаев А.Х. Фитомелиоративная возможность восстановления плодородия антропогенно-деградированных пустынно-песчаных почв, перешедших в развиваемые песчаные барханы. №1, С. 98-111.

Лебедь Л.В., Ибрагимов М.Т., Токпаев З.Р., Шестакова Т.Н., Чередниченко А.В., Царева Е.Г., Хейлман Ф., Чи Дж., Хаген С. Оценка антропо-

погенной динамики растительного покрова пастбищных земель Прибалхашья на базе космической информации. №3, С. 29-48.

Мамедов Б.К. Об индикации стадий деградации такырных водосборов №2, С. 30 -36.

Мамедов Б.К., Берлинер П.Р. Сток с такырных водосборов. №3, С. 96-101.

Муратова Н.Р., С.М. Северская, Бекмухамедов Н.Э. Дистанционная оценка состояния естественных пастбищ по гиперспектральным данным и на основании космоснимков разного разрешения. №3, С. 72-79.

Муратова Н.Р., Северская С.М., Бекмухамедов Н.Э. Оценка информативности разных вегетационных индексов для определения проективного покрытия пастбищ. №4, С. 32-41.

Муратова Н.Р., Северская С.М., Бекмухамедова Н.Э. Влияние почвенного покрова и проективного покрытия на спектральные образы естественных пастбищ. №2, С. 47-54.

Мусаева М.А. Многолетние изменения температуры воздуха зимой и летом на северо-восточной части Большого Кавказа. №3, С. 80-89.

Мусаева М.А. Современное состояние ледников в результате влияния климатических изменений в Азербайджане. №4, С. 26-31.

Рыспеков Т.Р. Зависимость данных почвенных термометров от их расположения относительно генетических почвенных трещин в степной зоне Казахстана. №1, С. 88-97.

Чердниченко А.В., Чердниченко В.С., Пивненко Ю.А., Цапенко В.С., Коржумбаева Л.З. Сравнительный анализ наблюдений автоматической метеорологической станции со стационарными наблюдениями на метеоплощадке Куйган. №4, С. 7-19.

Чердниченко В.С., Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В. Синоптическая ситуация, предшествующая пыльной буре 7 мая 2007 г. в районе Аральского моря. №1, С. 41-57.

Шкуринский Б.В. Методика определения климатической комфортности территории Западно-Казахстанской области. №1, С. 74-80.

Яфязова Р.К. К проблеме оценки селевой активности при изменении климата. №1, С. 139-150.

ГИДРОЛОГИЯ

Бажиева А.М., Турсунова Айс.А. Временные закономерности колебаний речного стока Западного Казахстана. №3, С. 116-124.

Голубцов В.В., Азнабакиева М.М. О сокращении стока р. Черный Иртыш – с. Буран в связи с водопотреблением в КНР. №2, С. 88-93.

Ивкина Н.И., Султанов Н.К. Особенности ледообразования в северо-восточной части Каспийского моря. №4, С. 42-51.

Ивкина Н.И. Особенности прибрежного апвеллинга в восточной части Среднего Каспия. №2, С. 81-87.

Маканова А.У., Токмагамбетова Р.Ю. Управление социально-экономическим развитием Казахстана при межбассейновом и трансграничном перераспределении водных ресурсов. №2, С. 99-107.

Молдахметов М.М., Мусина А.К., Айдарбеков Д.Ж. Іле алатауындағы сел ошақтарының биіктік белдеу бойынша үлестірілуі. №2, С. 94-98.

Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Системы оповещения о селевой опасности в Казахстане (история, современное состояние и перспективы). №1, С. 112-125.

Трофимов Г.Н., Сагдеева Н.З., Исакова А.Я. Морфометрические характеристики малых речных бассейнов (опыт упрощенных расчетов). №4, С. 52-65.

Цыценко К.В., Владимирова Т.И. Водно-земельные ресурсы бассейнов рек Центральной Азии: состояние и использование. №3, С. 102-115.

Чигринец А.Г., Мазур Л.П., Загидуллина А.Р. Максимальные расходы воды р. Киши Алматы и ее притоков в нижнем течении №2, С. 66-80.

Шиварева С.П., Ли В.И. Оценка уровня Северного Аральского моря с учётом хозяйственной деятельности и в условиях изменяющегося климата. №1, С. 151-157.

Шиварева С.П., Попова В.П., Никифорова Л.Н., Домран А.О. Руслевой водный баланс р. Сырдарьи от нижнего бьефа Шардаринского водохранилища до впадения в Северное Аральское море. №1, С. 126-138.

ЭКОЛОГИЯ

Бисариева Ш.С., Жубатов Ж.К., Бекешев Е.А., Степанова Е.Ю., Оганов О.А. Экологическая оценка последствий аварийного падения РКН РС-20 «Днепр» в Кызылординской области. №2, С. 108-116.

Бултеков Н.У., Семенов О.Е., Шапов А.П. Дисперсный и солевой состав донных алевритовых отложений осушенной части дна Большого Арала. №3, С. 18-28.

Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Муртазин Е.Ж., Шенбергер И.В., Первалов А.С., Бурлибаева Д.М. Современное состояние гидрохимического

режима и токсикологических параметров в трансграничной реке Ертис и характер их трансформации. №4, С. 118-135.

Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Шведовский П.В., Бурлибаева Д.М. Особенности выбора альтернативных экологических решений в условиях неопределенности. №2, С. 117-126.

Гальперин Р.И., Бурлибаева Д.М. Изменение характеристик гидрохимического режима реки Ишим. №1, С. 158-170.

Дәрібаев Ж.Е., Құтжанова А.Н., Орайханова А.А. Мұнай өндеу өндірісі қалдықтарының атмосфера ауасында сейілуі. №3, С. 142-149.

Кенжебеков Б.К. К оценке экологического состояния бессточных водоемов аридной зоны. №1, С. 171-125.

Магай С.Д. Водно-физические и химические свойства почвогрунтов Казахстанской части Голодностепского массива орошения. №3, С. 125-135.

Мамедов Б.К., Иванов А.П., Арнагельдыев А. Эрозионные процессы на такырах. №1, С. 81-87.

Сапаров Қ.Т. Көл және батпақ атауларының қалыптасу мен дамуының географиялық негіздері. №3, С. 150-164.

Сергеева А.М. Ақтөбе қаласының атмосфералық ауасының ластануын бағалау. №4, С. 108-117.

Тирская Н.А. Содержание и особенности распределения тяжелых металлов в органах и тканях мирных видов рыб из горной части Бухтарминского водохранилища. №1, С. 179-184.

Фашчевский Б.В., Бурлибаев М.Ж., Опп К., Бурлибаева Д.М. О концепции научного обоснования методики нормирования экологического и потенциально-свободного стока рек Казахстана. №4, С. 66-100.

Хайдаров М.С. Внешние геоэкологические угрозы больших ГЭС. №4, С. 136-147.

Шарипова О.А. Накопление радионуклидов в организмах рыб озера Балхаш. №3, С. 136-141.

Шарипова О.А. Содержание радионуклидов в донных отложениях озера Балхаш. №4, С. 101-107.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Голубцов В.В., Ли В.И. Оценка стока р. Кальджир на посту у с. Черняевка по стоку у с. Алтай. №3, С. 165-167.

Гуршев И.Г. Определение критериев переноса частиц песка воздушным потоком. №3, С. 168-171.

ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ

Галаева А.В. О необходимости внесения озера Балхаш в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. №2, С. 160-165.

Обращение 17-й сессии координационного комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ) к научной общественности Прикаспийских государств. №3, С. 190-192.

Сазанова Б.А., Худякова Т.В., Аманкулова С.Л., Сатыбылдиева Ж., Криворучко Т.И., Бектурсунов К.Е., Соколова Л.М., Васенина Е.И., Толстоногова Т.М. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2011 г. №4, С. 148-179.

Сазанова Б.А., Худякова Т.В., Бабаханова Г.А., Криворучко Т.И., Жданов В.В., Соколова Л.М. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Республики Казахстан в 2010 г. №2, С. 127-159.

Терещук М. Возможности молодых специалистов водного сектора: гранты, стипендии, финансирование. №3, С. 178-189.

Турсунов А.А. Перспективы развития водного хозяйства в Республике Казахстан. №3, С. 172-177.

Шиварева С.П. О программе улучшения гидрометеорологического обслуживания Центральной Азии. №2, С. 166-178.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Вилесов Е.Н. А.В. Чередниченко «Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапасаов облачности». №4, С. 180-184.

ХРОНИКА

Степанова Т.С. У истоков селевой науки в Казахстане. С.П. Кавецкий, И.П. Смирнов. №2, С. 179-193.

Фронтовик, ученый, селевик. И.О. Раушенбах (к 90-летию со дня рождения). №2, С. 194-198.

Вальнер Р.Ю. (к 90-летию со дня рождения). №4, С. 185-187.

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 не более 10 строк, дающая ясное представление о результатах и содержании статьи. Эта же аннотация, название статьи и Ф.И.О. авторов дается на казахском и английском языках. 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)

Доктор геогр. наук
Канд. физ.-мат. наук

А.Ж. Жуматаев
А.Т. Иванов

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 т/(км·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.

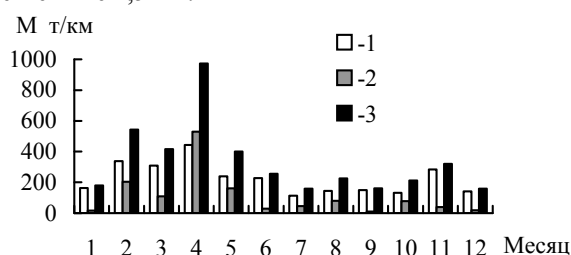


Рис. 3. Средний многолетний годовой ход объемов ветрового переноса песка. 1 – песчаный поземок, 2 – песчаная буря, 3 – оба явления.

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 распространенные 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 ӘРІШТЕСТЕР!

«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

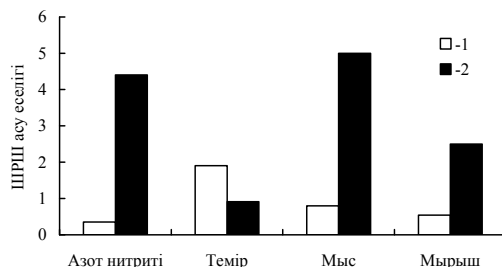
КЕН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУЫН БАҒАЛАУ

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 (индекс Универсальной десятичной классификации)	
2.	Основной автор	
3.	Соавторы	
4.	Место работы автора (полное наименование)	
5.	Название статьи	
6.	Ключевые слова	
7.	Резюме на русском языке	
8.	Резюме на казахском языке	
9.	Резюме на английском языке	
10.	Список литературы	