

*Қазақстан Республикасының
қоршаған орта және су
ресурстары Министрлігі*

*Министерство окружающей среды
и водных ресурсов
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

эр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 1

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2014

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

А.Т. Мендигарин, Генеральный директор РГП «Казгидромет»,
официальный представитель Республики Казахстан
при Всемирной Метеорологической Организации

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

П.Ж. Кожахметов, 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; **В.В. Голубцов**, канд. геогр. наук;
С.А. Долгих, канд. геогр. наук; **Ж.Д. Достай**, доктор геогр. наук;
Р.И. Гальперин, доктор геогр. 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, канд. техн. наук

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 1 (72)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

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

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в типографии ТОО «Prosper Print».
г. Астана, ул. Букейхана, 20. Тел.: (7172) 682-736

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Э.П. Кожаметова, П.Ж. Кожаметов Об изменении температурного режима Астаны и её окрестностей	7
В.С. Чердниченко А.В. Чердниченко, Алексей В. Чердниченко О пространственном распределении основных циклов в рядах осадков	16
Л.А. Ерисковская Сравнительная метеорологическая характеристика на ледниках Туйыксу и Абрамова	25
С.С. Байшоланов О развитии агрометеорологического мониторинга в Казахстане	32
В.В. Голубцов, М.Т. Садуокасова, М.Н. Раченков Об изменении водного баланса озер Щучинско-Боровской курортной зоны	45
С.П. Шиварева, М.М. Азнабакиева Определение влияния климата и антропогенной деятельности на сток р. Ертис (Иртыш) в пределах Казахстана и Китая	55
С.П. Шиварева, А.В. Галаева Анализ изменения стока в бассейне р. Или в пределах Казахстана и Китая в связи с климатическими изменениями	68
С.К. Давлетгалиев, Т.М. Казакбаева Шығыс Қазақстанның негізгі өзендерінің суы мол және суы тапшы жылдары ағынды мөлшерінің ұзақтылығын және қайталанғыштығын бағалау	81
С.К. Давлетгалиев, А.Ж. Достоева Восстановление рядов весеннего стока рек Жайык-Каспийского бассейна	88
М.М. Молдахметов, Л.К. Махмудова, А.К. Мусина Климаттың өзгермелілігі жағдайында сел тасқындарының есептік параметрлерін айқындауда жасанды жолмен сел қалыптастыру эксперименттерінің маңыздылығы жайында	96

<p align="center">Ж.С. Мустофаев, А.Т. Казыкеева, Ж.Е. Ескермесов, Н.М. Кусмуханбетов</p>	
Гидрогеохимические аспекты формирования природно-техногенной системы в низовьях реки Сырдарья в условиях антропогенной деятельности	103
<p align="center">Алексей В. Чердниченко</p>	
Результаты моделирования развития энергетики и ожидаемая динамика выбросов парниковых газов в Казахстане	116
<p align="center">Л.В. Лебедь, А.И. Иорганский</p>	
К зональному распределению почвенного углерода в Казахстане .	132
<p align="center">С.Н. Досбергенов</p>	
Нефтехимическое загрязнение грунтовых вод и воды из нагона Каспия на месторождениях прибрежной полосы Восточного Прикаспия	144
<p align="center">А.Г. Царегородцева, М.А. Алькеев, А.К. Ракишева</p>	
Обзор и анализ методов оценки рекреационной нагрузки на природные комплексы	154
<p align="center">А.М. Сергеева</p>	
Ақтөбе облысының табиғи-қорықтық қорын қалыптастыру	164
<p align="center">А.Г. Царегородцева, А.К. Ракишева, А.Ж. Рахметова</p>	
К вопросу о потенциальной устойчивости к рекреационным нагрузкам территории Баянаульского государственного национального природного парка	173
<p align="center">Т.Р. Рыспеков</p>	
Прогнозы возможных взаимоотношений воробьиных в некоторых экосистемах с чужеродными видами	180
<p align="center">А.Г. Царегородцева, И.В. Сидорова</p>	
Экотоны, как объект изучения аквальных геосистем	188
<p>ХРОНИКА</p>	
Г.Н. Чичасов (к 70-летию со дня рождения)	196

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

JA.P. Kozhakhmetova, P.ZH. Kozhakhmetov About change of the temperature regime of the Astana City and its vicinities	7
A.V. Cherednichenko, Aleksey V. Cherednichenko, V.S. Cherednichenko About spatial distribution of basis cycles in the precipitation range ...	16
L.A. Eriskovskaya The comparative meteorological characteristic on Tuyyksu and Abramov's glaciers	25
S.S. Baisholanov About development of agrometeorological monitoring in the Kazakhstan	32
V.V. Golubtsov, M.T. Saduokassova, M.N. Rashnikov About changing in water balance of the lakes of Shuchinsk-Burabay resort zone	45
S.P. SHivaryova, M.M. Aznabakiyeva Determination of climate impact and anthropogenic activities on the Ertis River runoff within territory of the Republic of Kazakhstan and China	55
S.P. SHivaryova, A.V. Galayeva Analysis of change in runoff in the Ile River Basin within territory of Kazakhstan and China due to climate change impact	68
S.K. Davletgaliyev, T.M. Kazakbayeva Duration and repeatability assessment of a dry year and wet year of a main rivers of the East Kazakhstan	81
S.K. Davletgaliyev, A.ZH. Dostayeva Restoration of a spring runoff of the rivers of the Zhayyk-Caspian basin	88
M.M. Moldakhmetov, L.K. Makhmudova, A.K. Mussina About importance of reproduction artificial mudflows for determining of their calculated parameters at the non-variability climate condition .	96

ZH.S. Mustafayev, A.T. Kazykeyeva, ZH.E. Eskermesov, N.M. Kusmukhanbetov	
Hydrogeochemical aspects of a formation natural technogenic systems in Syr-Darya River lower reaches by anthropogenous activity conditions	103
Aleksey V. Cherednichenko	
Results of modeling of energy development and expected dynamics of greenhouse gases emissions in the Kazakhstan	116
L.V. Lebed', A.I. Iordanskiy	
To zone distribution of soil carbon in the Kazakhstan	132
S.N. Dosbergenov	
Oil pollution of a ground and storm surges water and on deposit at the coastal strip of a Caspian Region eastern part.	144
A.G. Tsaregorodtseva, M.A. Alkeyev, A.K. Rakisheva	
Review and analysis of methods of an assessment of a recreational load to a natural complexes	154
A.M. Sergeyeva	
Formations of a natural-reserved fund of the Aktyubinsk' Region	164
A.G. Tsaregorodtseva, A.K. Rakisheva, A.J. Rakhmetova	
The issue of potential resistance to the recreation loads in the Bayan- aul state national natural park (BGNPP)	173
T.R. Riyspekov	
Forecasts of possible interactions of sparrows' kind with foreign kinds of birds in some ecosystems	180
A.G. Tsaregorodtseva, I.V. Sidorova	
Ecotones as the object of study of aquatic geosystems	188
CHRONICLE	
G.N. Chichasov (to 70-anniversary)	196

УДК 551.582.1

Канд. геогр. наук Э.П. Кожаметова *
Канд. техн. наук П.Ж. Кожаметов **

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА АСТАНЫ И ЕЁ ОКРЕСТНОСТЕЙ

*ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И ПОЧВЫ,
СРЕДНЯЯ, АБСОЛЮТНЫЙ МАКСИМУМ, АБСОЛЮТНЫЙ МИ-
НИМУМ, ДАТЫ ПЕРЕХОДА, ЗАМОРОЗКИ, ГОРОДСКОЙ КЛИМАТ*

В статье на основе обработки и анализа данных государственных наблюдательных пунктов рассматривается температурный режим Астана и её окрестностей. Показано, что начиная с конца 90-х годов прошлого столетия, усиливается проявление «городского климата» с очагом тепла в центре. В настоящее время разность температуры воздуха центра города и пригородов составляет в среднем 1,5 °С. Изучен температурный режим и приводятся уравнения для расчета характеристик температуры поверхности почвы в г. Астане.

Как известно, температурный режим наиболее полно характеризует погоду и климат данной территории. В свою очередь термический режим воздуха формируется под влиянием как макромасштабных, так и местных факторов. К макромасштабным факторам относят атмосферную циркуляцию, радиационный режим и характер подстилающей поверхности. К местным – мезо- и микрорельеф, характер растительности и почв, близость водоемов и т.д. В последние годы в связи с увеличением урбанизированных территорий термический режим местности претерпевает сильные изменения. Известно, что в крупных городах формируется «городской» климат, характеризующийся особым термическим режимом. Так, в работе [2] авторы выявили, что в связи с увеличением территории г. Астаны и его населения, проявление «городского климата» усиливается, т.е. разность температур воздуха город – пригород возрастает по мере увеличения города.

* Институт географии, г. Алматы

** Казгидромет, г. Алматы

В настоящее время численность Астаны составляет около 800 тыс. человек [1]. Ожидается дальнейший рост города за счет строительства многих социально значимых объектов, что естественно повлечет за собой дальнейшее изменение «городского климата». В связи с этим представляет большой интерес современный температурный режим города и его окрестностей. Для исследования «городского климата» были использованы данные наблюдательных пунктов РГП «Казгидромет»: метеостанция (М) Астана и 7 пунктов экологического мониторинга. Для оценки температурного режима окрестностей города дополнительно были привлечены данные метеостанций, расположенных вокруг города, в пределах Акмолинской области.

Ниже приведен график годового хода (рис. 1) разности температуры воздуха зимой и летом на 2-х метеостанциях в Акмолинской области (Астана-город и Акколь – севернее города на 100 км) за период 1971...2012 гг.. Он показывает, что разность средних температур воздуха зимой составила около 0,5 °С, а летом около 1 °С. Такое различие вполне объяснимо, так как, во-первых, М Акколь находится севернее М Астана, во-вторых, хоть и незначительно, но проявляется эффект «городского климата». С конца 20 века (когда г. Астана стал столицей и начал развиваться) до сегодняшнего дня величина разности имеет тенденцию к увеличению. Причем, эта тенденция ярче выражена зимой, чем летом. В переходные сезоны года (весной и осенью) тенденция такая же, но по величине разности температур имеет промежуточное положение между зимой и летом.

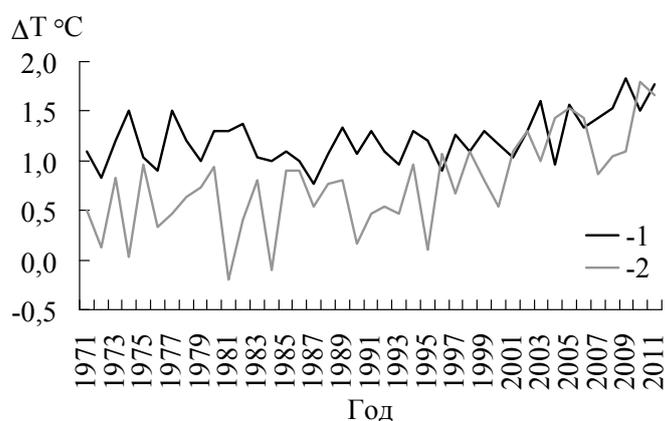


Рис. 1. Разность температур воздуха между М Астана и М Акколь за период 1971....2012 гг. 1 – лето, 2 – зима.

Чтобы узнать, масштабы распространения «городского климата» в окрестности города рассмотрим распределение температуры воздуха в пределах г. Астаны.

На рис. 2 и 3 показано распределение средней месячной температуры воздуха в пределах г. Астаны в январе и июле 2012 г.



Рис. 2. Распределение средней месячной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в январе 2012 года в г. Астане.



Рис. 3. Распределение средней месячной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в июле 2012 года в г. Астане.

На рисунках видно, что от окраин города к его центру температура воздуха повышается. Так, в январе 2012 г., если в пригороде Астаны температура воздуха составляла $-19,5^{\circ}\text{C}$ и ниже, то в центре города она увеличилась до -18°C , т.е. разность температуры воздуха составила не менее $1,5^{\circ}\text{C}$. В июле 2012 года наблюдалась такая же картина: в пригороде не более $23,5^{\circ}\text{C}$, а в центре города – не менее 25°C . Появление острова тепла («городского климата») в январе в основном связано с влиянием отопительных систем на окружающую среду. В июле повышенная температура воздуха в центре города в основном бывает связана с нагревом объектов (асфальтовые дороги, здания) от повышенной солнечной радиации. Уста-

новлено, что «городской климат» проявляется во все сезоны года и радиус его распространения составляет примерно 12...15 км от центра города (Сейфуллина – Ауэзова).

Учитывая, что данные о температурном режиме необходимы при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных, жилых объектов, при разработке мероприятий по охране окружающей среды, рассмотрим его изменение во времени, используя данные многолетних наблюдений М Астана.

Как видно на рис. 4, средняя многолетняя месячная температура воздуха в г. Астане достигает минимума в январе и составляет $-16,8^{\circ}\text{C}$. В этом месяце в 1893 г. зафиксирован абсолютный минимум температуры воздуха, который равен -52°C .

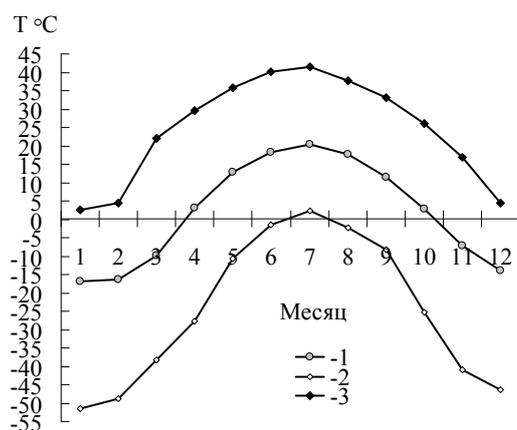


Рис. 4. Внутригодовой ход температуры воздуха на М Астана, $^{\circ}\text{C}$.
1 – средняя, 2 – абсолютный минимум, 3 – абсолютный максимум.

Начиная с февраля, температура воздуха повышается, вначале (в феврале) медленно, затем в летние месяцы интенсивность повышения температуры воздуха увеличивается. Так, за три весенних месяца средняя месячная температура воздуха повышается от $-9,9^{\circ}\text{C}$ в марте до $+12,8^{\circ}\text{C}$ в мае. Летом средняя месячная температура воздуха превышает 17°C и достигает максимума в июле ($20,4^{\circ}\text{C}$). В июле отмечен абсолютный максимум температуры воздуха равный 42°C (1936 г.). Июль – единственный месяц в году, когда за весь многолетний период наблюдений температура воздуха никогда не опускалась ниже 0°C . В осенние месяцы температура воздуха имеет такой же ход как и в весенние месяцы, но в обратном порядке, т.е. понижается от $+11,5^{\circ}\text{C}$ в сентябре до $-7,1^{\circ}\text{C}$ в ноябре. Из зимних месяцев декабрь теплее ($-13,9^{\circ}\text{C}$), чем январь ($-16,8^{\circ}\text{C}$) и февраль ($-16,3^{\circ}\text{C}$).

Температура воздуха в г. Астане наиболее изменчива в холодное полугодие (особенно зимой), чем в теплое. Так, например, (рис. 5) в январе величины среднего квадратического отклонения средней месячной и средней суточной температуры воздуха, а также междусуточная изменчивость температуры воздуха превышают в 2 раза таковые в июле. Это указывает на преобладание неустойчивой погоды в холодное полугодие, что связано с частой сменой циркуляционных процессов зимой.

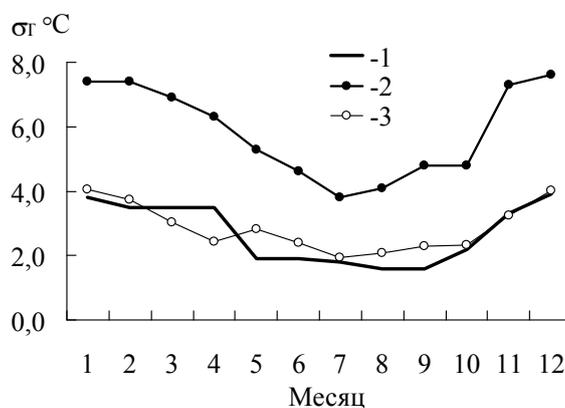


Рис. 5. Изменчивость температуры воздуха на М Астана, °С. 1 – средняя месячная, 2 – средняя суточная, 3 – междусуточная.

Найдена статистически значимая связь между средней месячной температурой воздуха и абсолютным максимумом и абсолютным минимумом температуры воздуха (рис. 6). Наиболее тесная связь получилась с абсолютным минимумом температуры воздуха (коэффициент детерминации равен 0,985). Полученные уравнения связи позволяют определить значения абсолютных температур воздуха, зная среднюю температуру.

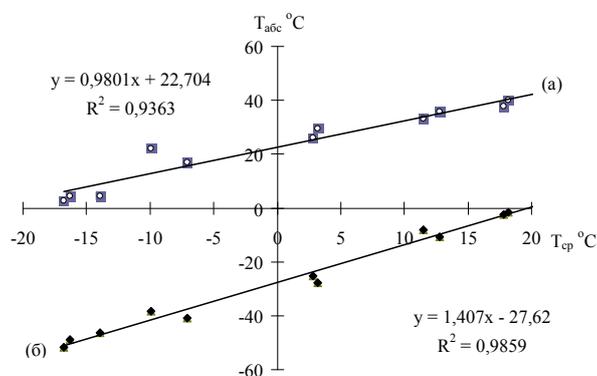


Рис. 6. Корреляционная связь средней месячной температуры воздуха с абсолютным максимумом (а) и абсолютным минимумом (б) температуры воздуха на М Астана.

Для потребителей климатической информации представляют определенный интерес даты перехода средней суточной температуры воздуха через определенные пределы (0°C , 5°C , 10°C , 15°C) и сроки наступления заморозков в воздухе. Эти характеристики приведены в виде горизонтальных диаграмм для весны (рис. 7а) и осени (рис. 7б).

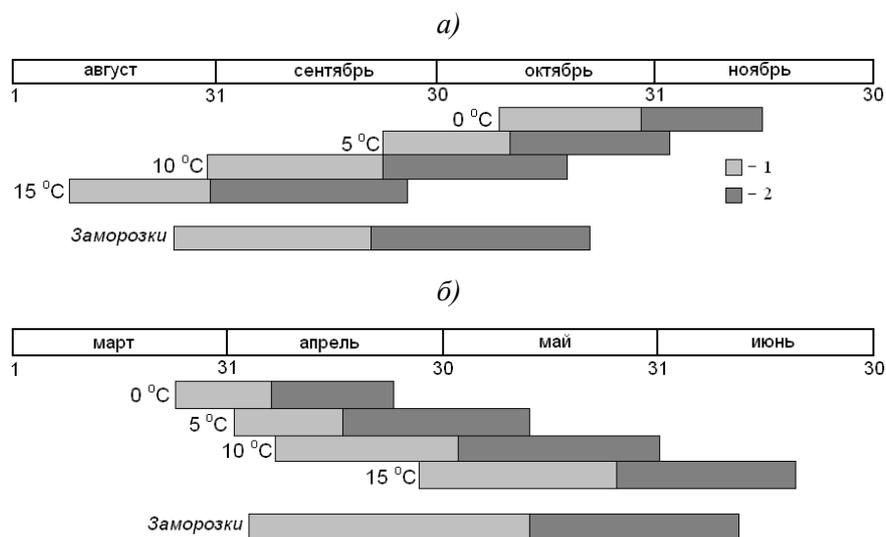


Рис. 7. Периоды перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C , 5°C , 10°C , 15°C и с первыми и последними заморозками осенью (а) и весной (б) в г. Астане. 1 – ранее средней даты, 2 – позднее средней даты.

Как видно, в Астане метеорологическая зима (переход температуры воздуха через 0°C) в среднем наступает в конце октября. Самая ранняя зима может наступить в конце первой декады октября, а самая поздняя – в середине ноября. В среднем, переход средней суточной температуры воздуха через 5°C , 10°C и 15°C осуществляется в конце первой декады октября, в начале второй декады сентября и в конце августа, соответственно. Самые ранние даты перехода температур воздуха могут отличаться от средних дат на 16...23 сут, а самые поздние – на 23...26 суток. Заморозки в г. Астане чаще всего наблюдаются в начале третьей декады сентября. Самые ранние заморозки были отмечены в конце августа, а самые поздние – в начале третьей декады октября.

Метеорологическая зима обычно заканчивается в середине первой декады апреля. В теплые зимы метеорологическая весна может наступить в третьей декаде марта. А в холодные годы зима может продлиться и до конца второй декады апреля. В апреле-мае осуществляется переход средней суточной температуры воздуха через 5°C (в середине апреля), 10°C (в

начале мая) и 15 °С(в конце мая). Самые ранние даты перехода через 5 °С и 10 °С приходятся на начало и конец первой декады апреля, соответственно. А самая ранняя дата окончания весны (переход через 15 °С) была отмечена в конце апреля. Самые поздние даты перехода средней суточной температуры воздуха через 5 °С, 10 °С и 15 °С отличаются от средних дат на 26...29 суток.

Температура воздуха находится в тесной связи с температурой почвы (рис. 8). Коэффициент детерминации или, иначе говоря – доля объясненной дисперсии, составляет 0,986. Это позволяет с достаточной уверенностью рассчитывать температуру почвы, имея данные только о температуре воздуха.

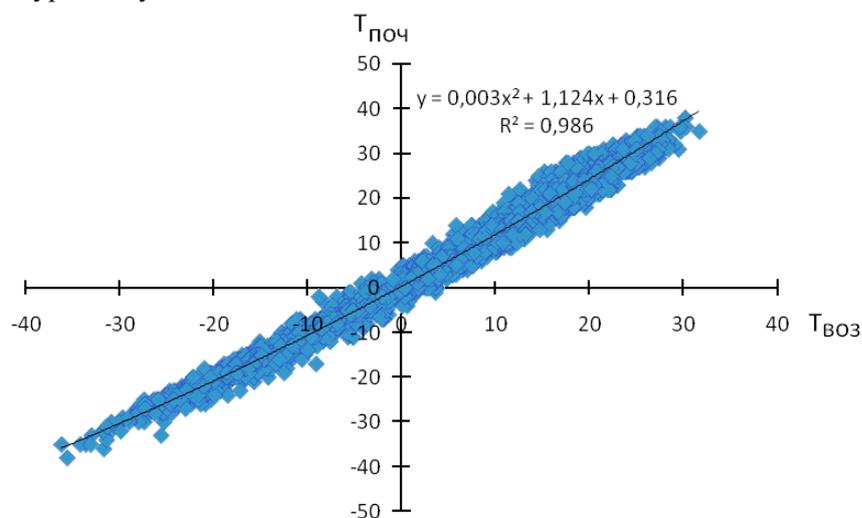


Рис. 8. Корреляционная связь между температурой воздуха и температурой почвы на М Астана.

Рассчитав среднюю температуру почвы (T_n), можно получить значения максимумов (T_{\max}) и минимумов (T_{\min}) температуры почвы по следующим уравнениям регрессии:

а) для всех случаев

$$T_{\max} = 0,009T_n^2 + 1,3T_n + 9,94, \quad (1)$$

$$T_{\min} = -0,006T_n^2 + 0,86T_n - 6,25, \quad (2)$$

б) в случае ясного неба

$$T_{\max} = 0,003T_n^2 + 1,31T_n + 13,87, \quad (3)$$

$$T_{\min} = -0,004T_n^2 + 0,81T_n - 7,95. \quad (4)$$

Приведенные формулы (1-4) имеют долю объясненной дисперсии (R^2) не ниже 0,95...0,97, что указывает на статистически значимую связь между этими параметрами.

Полученные выше результаты исследований могут быть использованы и для оценки изменения температурного режима г. Астаны в будущем. Известно [3], что повышение температуры воздуха наблюдается практически повсеместно по Казахстану и во все сезоны года. С середины 30-х годов прошлого столетия среднегодовая температура воздуха возросла в среднем на 0,26 °С за каждые 10 лет. По расчетам климатологов Казахстана до конца 21 века повышение температуры воздуха продолжится. В среднем, по территории Казахстана ожидаемое изменение среднегодовой температуры воздуха составит: +1,4 °С к 2030 году, +2,7 °С к 2050 году, а к концу текущего столетия средняя годовая температура воздуха может повыситься более чем на 4 °С [3].

Для расчета температуры воздуха в г. Астане авторы выбрали результаты прогнозов климатологов Казахстана [3] для двух 30-ти летних интервалов: 2015...2045 гг. с серединой в 2030 г. и 2035...2065 гг. с серединой в 2050 г.. Расчет произведен по двум сценариям изменения климата (А1В и А2), которые предполагают быстрый и медленный экономический рост.

Сравнивая фактические многолетние данные, приведенные на рис. 1 и прогностические данные, представленные в табл., можно отметить, что в г. Астане в будущем по обоим сценариям продолжится повышение температуры воздуха во все месяцы года.

Таблица

Средние месячные температуры воздуха, прогнозируемые к 2030 и к 2050 годам, по сценариям изменения климата А1В и А2 по г. Астане

Год	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сценарий А1В												
2030	-12,7	-12,5	-5,1	8,2	15,6	21,1	23,7	21,1	15,1	6	-2,7	-8,8
2050	-10,8	-10,6	-4	9,1	16,9	22,1	24,8	22,2	16,3	6,8	-1,2	-8,1
Сценарий А2												
2030	-12,5	-12,3	-5	7,9	15,6	21,2	23,8	21,1	15	5,9	-2,3	-8,9
2050	-11,7	-11,5	-4,5	8,7	16,4	22,3	24,6	21,9	15,8	6,4	-1,7	-7,9

Причем, заметно, что при медленном экономическом росте (сценарий А2) по сравнению с быстрым экономическим ростом (сценарий А1В) к 2050 г. ускорится повышение температуры воздуха в г. Астане. Это предполагает

существенное изменение в будущем температурного режима (максимумов и минимумов температур, смещение сроков заморозков, дат перехода температур воздуха и почвы через определенные градации). Изменение температурного режима связано, во-первых, с глобальным потеплением климата, во-вторых, с усилением «городского эффекта». Это требует ведение постоянного климатического мониторинга в данном регионе. Приведенные результаты необходимо считать предварительными, так как только на основе глубокого изучения изменения режима температуры воздуха можно сделать конкретные выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краткие итоги социально-экономического развития в январе 2014 года [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: http://www.astana.stat.kz/ru/socio_economic (дата обращения: 19.02.2014.)
2. Кожаметова Э.П., Кожаметов П.Ж. // О климате и его изменении в городе Астане. // Гидрометеорология и экология. – 2011. – №2. – С. 7-14.
3. III-VI Национальное Сообщение Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). – Астана, 2013. – 274 с.

Поступила 5.03.2014

Геогр. ғылымд. канд. Э.П. Кожаметова
Техн. ғылымд. канд. П.Ж. Кожаметов

АСТАНА Қ. ЖӘНЕ ОНЫҢ АЙНАЛАСЫНДА ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМНІҢ ӨЗГЕРУІ ТУРАЛЫ

Мақалада мемлекеттік бақылау орындарының мәліметтерін өңдеу және талдау негізінде Астана қаласындағы және оның айналасындағы температуралық режим қарастырылды. Өткен жүзжылдықтың 90-шы жылдары соңынан бастап жылу ошағы қала орталығында байқалатын «қалалық климаттың» білінуі жыл сайын күшейіп келе жатқаны көрсетілген. Қазіргі уақытта қала орталығы мен оның шетінде ауа температурасының айырмашылығы орташа 1,5 °С болып отыр. Астана қ. жер беті топырағының температуралық режимі зерттелді және олардың сипаттамаларын есептеу үшін теңдеулер келтірілді.

УДК 551.51,551.582

Доктор геогр. наук В.С. Чередниченко *
Доктор геогр. наук А.В. Чередниченко **
Канд. геогр. наук Алексей В. Чередниченко **

О ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ОСНОВНЫХ ЦИКЛОВ В РЯДАХ ОСАДКОВ

ЦИКЛЫ, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ ОСАДКОВ, ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ДИНАМИКА КЛИМАТА

На основе спектрального анализа временных рядов годового количества осадков выделены основные циклы в рядах осадков и рассмотрено их пространственное распределение. Рассмотрена также устойчивость циклов в течение года. Результаты представляют интерес при рассмотрении динамики климата и построении сценариев его изменения на перспективу.

Проблема выявления циклов во временных рядах температуры и осадков стала особенно актуальной в связи с изучением изменения климата, хотя и ранее ей уделялось много внимания [1-10, 12-15]. Существенное расширение возможностей компьютеров придало изучению цикличности новый импульс. В работе [11] мы рассмотрели пространственное распределение и устойчивость в течение года циклов во временных рядах температуры. Здесь по результатам спектрального анализа временных рядов годовых сумм осадков мы рассмотрим особенности распределения циклов во временных рядах осадков по территории Казахстана и их устойчивость во времени.

Для удобства анализа нами построены карты пространственного распределения периодограммных значений (PV) для некоторых наиболее выраженных длин волн (частот). Результаты представлены на рис. 1...5 и в таблице, причем значения даны в тысячах PV.

Для цикла, близкого к 80 годам, характерна его хорошая выраженность в полосе Атырау – Джезказган – Астана – Павлодар (рис. 1). Над Западным Казахстаном к северу от Атырау выраженность этих циклов постепенно ослабевает (14,9 PV в Атырау и 5,9 в Уральске). Над Северным

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

** Институт проблем экологии КазНУ им. аль-Фараби

Казахстаном ослабление циклов к северу происходит более интенсивно и в Кустанае и Петропавловске они не просматриваются.

Еще одна область хорошей выраженности цикла 80 лет находится на юго-востоке территории до Балхаша. В районе Алматы его величина около 12,9 PV, в Талдыкоргане 10,5 PV, а в Усть-Каменогорске и Шымкенте 4,0 и 6,7 PV соответственно.

В полосе Семипалатинск – Туркестан цикл в 80 лет наиболее слабо выражен (рис. 1).

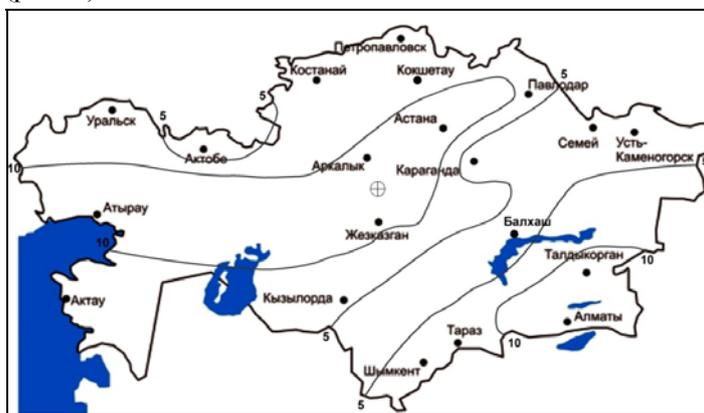


Рис. 1. Доли дисперсии (в тыс. PV) для 80 летних рядов годовых сумм осадков.

Следующий 40-летний цикл лучше всего выражен над центральными и южными районами Республики, захватывая Астану – Караганду – Жезказган – Балхаш, и далее, сужаясь по долготе к югу – Тараз – Шымкент. В предгорных районах Заилийского Алатау и на юго-западе Республики, а также вдоль Иртыша этот цикл проявляется слабо (рис. 2). Для крайнего северо-запада, район Уральска. 40-летний цикл является характерным.



Рис. 2. Доли дисперсии (в тыс. PV) для 40 летних рядов годовых сумм осадков.

26-летний цикл наиболее выражен над центральными районами северной части Республики с максимумом в районе Астаны, 32,6 PV (рис. 3).

Граница между западной и центральной областью проходит примерно вдоль Уральских гор и можно предположить, что каждая из этих областей формируется под воздействием процессов западнее, т.е. над Европейской территорией России (ЕТР) и над Западной Сибирью [1-4, 11, 14].

Южнее пятидесятой широты 26-летний цикл в рядах осадков выражен слабо (рис. 3). Наиболее значим он в районе Алматы, 10,1 PV. В этом тоже могут проявляться особенности циркуляции [15].

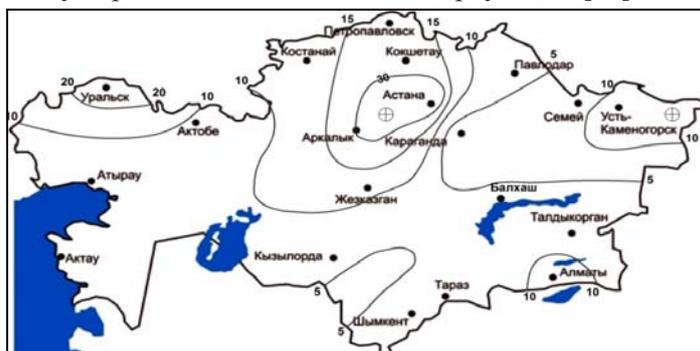


Рис. 3. Доли дисперсии (в тыс. PV) для 26-летних циклов годовых сумм осадков.

Двадцатилетний цикл хорошо проявляется над северной частью Казахстана, в основном севернее пятидесятой широты. Эта территория распадается на три самостоятельные области. Самая западная находится в районе Уральска, где аналог дисперсии достигает 22,5 PV. Самая восточная – в районе Алтая, здесь она опускается южнее пятидесятой широты, и ее центр находится в районе Усть-Каменогорска, 12,3 PV (рис. 4).



Рис. 4. Доли дисперсии (в тыс. PV) для двадцатилетних циклов годовых сумм осадков.

Двадцатилетний цикл хорошо выражен на северо-западе и юго-востоке Республики, 44,5 и 31,2 PV соответственно, а на северо-востоке и юго-западе располагаются области очень слабой выраженности этого цикла, мене 1,0 PV. Небольшая область особенно большой выраженности 20-летнего цикла отмечается у предгорий Заилийского Алатау, в районе Алматы, 59,5 PV.

Одиннадцатилетние циклы во временных рядах годовых сумм осадков хорошо выражены на всей территории Казахстана с минимумом над небольшими районами (рис. 5).

В необширном максимуме на юге в районе Тараза аналог дисперсии составляет 68,2 PV. Он наибольший на всей территории Казахстана. Второй максимум имеет место на Алтае в районе Усть-Каменогорска, 47,7 PV. Ещё один максимум – в районе Актюбинска, 28,3 PV. В неширокой полосе Кокчетав – Джезказган – Туркестан наблюдаются пониженные величины дисперсии, не опускающиеся ниже 5,7 PV в Петропавловске (рис. 5).

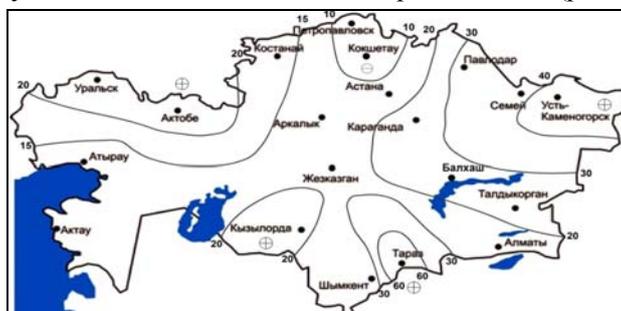


Рис. 5. Доли дисперсии (в тыс. PV) для одиннадцати летних циклов годовых сумм осадков.

Рассмотрим далее, сохраняются ли циклы, обнаруженные в рядах годовых сумм осадков, в сезонах. Для этого рассмотрим временные ряды осадков за срединные месяцы сезонов по некоторым станциям (табл.)

Восьмидесятилетний цикл в срединные месяцы сезонов часто выявляется только с помощью метода весов Хэмминга, т.е. есть проблемы с выделением. Мы в данном анализе не обращаем внимания на то, каким из методов выделен цикл.

Для Алматы характерна выраженность 80-летнего положительно цикла в годовом ходе, а также в апреле. Положительным (или отрицательным) мы условно называем 80-летний цикл, PV которого больше (или меньше) чем PV более короткого 40-летнего цикла). В январе 80-летний летний цикл в PV выражен слабо, имеет минимальную дисперсию. Метод Хэмминга тоже не выделяет этот цикл.

Циклы во временных рядах осадков некоторых метеостанций (PV)

Метеостанция	Цикл, лет										
	> 76	40	26.6	20	16	13	10...11	9	8...7.2		
Алматы	год	12938	6365		59582	19867			66211		
	январь	83	152	180			2469		1202		
	апрель	2350	796						13951		
	июль	-1518	3436				3156				
Уральск	октябрь	-452	724		2391		3084		5221		
	год	-5924	31331		44542		21207	29967	24576		
	январь	-276	848		1549	684	336		499		
	апрель	444	426		429		1267		386		
Караганда	июль	-309	622	4994	1034		1658		3072		
	октябрь	1639	452	779			2394	5571	3525		
	год	-2804	31529	32626	21369		23173	26037			
	январь	225	41	458			988		918		
Усть-Каменогорск	апрель	331	182	778			802	776	40		
	июль	-1187	4745	6612			4863		1655		
	октябрь	-400	404		3085						
	год	-4080	7523	12307	20842	31180		47756			
Костанай	январь	-38	634	576		516		791			
	апрель	-283	368	2636	1662		1138		1230		
	июль	-1729	1905			3210		6323	4369		
	октябрь	950	882		3795		1464		2858		
Костанай	год	-48.4	7.0		17		14.4	20.0			
	январь	259	139	277			137	160	285		
	апрель	-56	1303			504		127	315		
	июль	-48	1075	5930			9433	2163	1421		
октябрь	-75	153			891		1552	1570			

В апреле 80-летний цикл положителен. В июле и октябре этот цикл отрицателен, хотя доля его дисперсии довольно значительна.

В Караганде в годовом ходе осадков 80-летний цикл выражен слабо и он отрицателен. В январе и апреле он положителен, хотя и содержит небольшую долю дисперсии (225...331 PV). В июле он отрицателен, но содержит большую долю дисперсии, 1187 PV. В октябре он отрицателен.

Можно видеть, что в Караганде 80-летний цикл в своем проявлении по сезонам года подобен его проявлению в Алматы.

Севернее Караганды в Костаное годовой цикл отрицателен и очень слабо выражен, 48,4 PV. В январе он положителен и имеет наибольшую дисперсию из всех сезонов, 259 PV. В апреле, июле и октябре этот цикл отрицателен и слабо выражен. Следовательно, в отличие от Алматы и Караганды 80-летний цикл в Костаное отрицателен не только в июле, октябре, но также в апреле и содержит меньшую долю дисперсии во все сезоны.

На востоке территории в Усть-Каменогорске 80-летний цикл в ходе годовых сумм осадков отрицателен, 4080 PV. Он отрицателен также в январе, апреле и июле, а в октябре положителен, 950 PV.

На крайнем северо-западе, в Уральске, 80-летний цикл годовых сумм осадков отрицателен, 5924 PV. По сезонам года он положителен в апреле и октябре, особенно в октябре, 1639 PV, и отрицателен в январе и июле при небольших величинах дисперсии, около 300 PV (табл.).

Отрицательные в нашем случае величины 80-летних циклов следует физически толковать так, что, они не выражены и их величина уменьшается. Следовательно, их использование при климатическом прогнозе проблематично. Возможно, что это результат ограниченных возможностей метода для циклов предельной длины. Вот по этой причине далее нами используется другой метод – метод периодичностей.

Сорокалетние циклы в ходе годовых сумм осадков хорошо выражены почти везде кроме севера Республики (Костанай).

В Алматы 40-летний цикл хорошо выражен во все сезоны кроме января, в Караганде – также, но в октябре этот цикл выражен слабее, чем в Алматы. В Костаное, несмотря на то, что сорокалетний цикл слабо выражен в ходе годовых сумм, он хорошо выражен в апреле и июле (1303 и 1075 PV соответственно) и слабо – в январе и октябре (139 и 153 PV соответственно).

На востоке в Усть-Каменогорске в ходе годовых сумм 40-летний цикл выражен хорошо, 7523 PV. По сезонам года он тоже выражен хорошо, хотя в апреле доля дисперсии составляет 368 PV.

На северо-западе 40-летний цикл в осадках выражен хорошо во все сезоны года.

В целом, по территории Казахстана, 40-летний цикл на юге и в центральных районах слабо выражен в январе, в центральных районах величина уменьшается, также в апреле. На остальной территории он имеет место во все сезоны (табл.).

26-летний цикл во временном ходе годовых сумм осадков присутствует только в Караганде и Усть-Каменогорске, однако он присутствует кое-где по сезонам года. Так, в Караганде он присутствует во все сезоны кроме октября, в Усть-Каменогорске – в январе и апреле, в Костанае в январе и июле, Уральске – в июле и октябре, в Алматы – в январе. Однако в Алматы в апреле, в январе в Костанае этот цикл выражен относительно слабо. В то же время в Костанае – в июле, Усть-Каменогорске – в апреле, в Караганде и Уральске – в июле, 26 летний цикл является основным или вторым по величине дисперсии (табл.).

Цикл в 20 лет выделяется в ходе годовых сумм осадков, однако на севере Казахстана он по сути не виден. На остальной территории он один из основных. По сезонам года он имеет место в октябре – в Алматы, Караганде, Усть-Каменогорске, в апреле – в Уральске, Усть-Каменогорске и в июле – в Уральске и Усть-Каменогорске. Таким образом, на северо-западе (Уральск) 20-летний цикл имеет место во все сезоны кроме октября.

16-летний цикл отсутствует в ходе годовых сумм осадков в Алматы, Уральске, Караганде, Костанае, но в ходе сезонных величин осадков имеет место на этих станциях в январе и июле, в апреле, в апреле и июле, в апреле и октябре соответственно. В Усть-Каменогорске 16-летний цикл присутствует в годовых величинах осадков, а также в апреле и июле, будучи очень хорошо выраженным через аналог дисперсии.

13-летний цикл появляется эпизодически. В Алматы он присутствует в ходе годовых величин, но не отмечен в сезонных рядах. В Уральске он появляется в ряду осадков за январь, в Караганде – в ходе годовых и январских величин осадков, в Усть-Каменогорске – в январских и апрельских рядах осадков. На севере Казахстана в Костанае этот цикл слабо присутствует в ходе годовых величин, 14,4 PV, но сильно выражен в июльских – 9433 PV (табл.).

10...11 летний цикл представляет особый интерес, поскольку он ассоциируется с солнечным 11-летним циклом.

В Алматы 11-летний цикл в ходе годовых величин не отмечен, но он значителен в январских, июльских и октябрьских рядах осадков, проявляясь, как основной цикл.

В Караганде 11-летний цикл выражен в ходе годовых и сезонных величин осадков, несколько ослабляясь только в июле, 2163 PV.

Циклы продолжительностью 9 лет проявляются эпизодически, являясь, видимо, модификацией 11-летних циклов. Более короткие циклы 8,44 и 11,2 года проявляются почти везде и всегда и содержат значительную, а с более короткими циклами, – основную долю дисперсии. Однако применительно к нашей задаче они имеют второстепенное значение.

Для большей наглядности мы представили циклы в годовых количествах осадков в виде графиков для станций, расположенных на разных широтах (рис. 6).

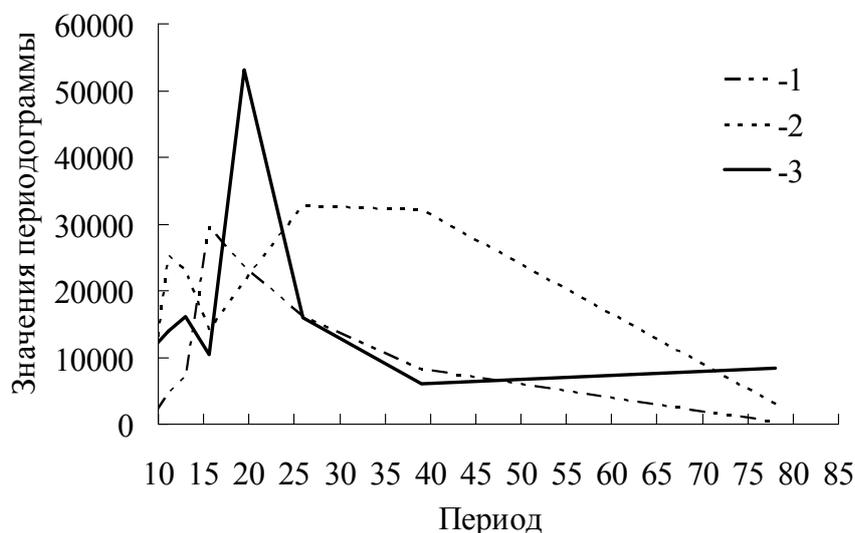


Рис. 6. Циклы в годовых количествах осадков для станций, расположенных на разных широтах. 1 – Костанай, 2 – Караганда, 3 – Алматы.

Можно видеть, что вклад гармоник в общую дисперсию заметно меняется даже для близко расположенных станций. Это происходит, в первую очередь, за счёт разного вклада сезонных гармоник в годовые, как это видно из данных таблицы.

Общим остаётся только слабая выраженность вековой гармоника на всех широтах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдал М.Х. Колебания климата Кустанайской области в XX столетии. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 155 с.
2. Воейков А.И. Колебания климата и уровня озер Туркестана и Западной Сибири. // Метеорологический вестник. – №3. – 1901. – С. 16-27.
3. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 280 с.

4. Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 67 с.
5. Монин А. С., Вулис И. Л. О спектре долгопериодных колебаний геофизических характеристик. – М.: Наука, 1971. – 22 с.
6. Монин А.С. Прогноз погоды, как задача физики. – М.: Наука, 1969. – 184 с.
7. Оль А. И. Проявление 22-летнего цикла солнечной активности в климате Земли. // Труды ААНИИ. – Вып. 289. – 1969. – С. 5-21.
8. Рубашев Б.М. Проблемы солнечной активности. – М.: Наука, 1964. – 362 с.
9. Рубинштейн Е.С., Полозова Л. Г. Современное изменение климата. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 268 с.
10. Хромов С.П. Солнечные циклы и климат // Метеорология и гидрология. – №3. – 1973. – С. 93-110.
11. Чердниченко А.В., Чердниченко Алексей В., Чердниченко В.С., Кожахметова Э.П., Смирнова А.Ю. Распределение по территории Казахстана циклов в рядах температуры // Гидрометеорология и экология. – № 2. – 2013. – С. 7-17.
12. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. – Обнинск: ГУ ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 300 с.
13. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. – Л.: Наука, 1969. – 244 с.
14. Шнитников А.В. Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от климата // Тр. Лаб. озероведения АН СССР. – 1950. – Т. 1. – 129 с.
15. Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. / Зап. Геогр. общество СССР.– М.-Л.: Изд-во АН СССР, Т. 16. – 1957. – С. 1-336.

Поступила 5.11.2013

Геогр. ғылымд. докторы	В.С. Чердниченко
Геогр. ғылымд. докторы	А.В. Чердниченко
Геогр. ғылымд. канд.	Алексей В. Чердниченко

ЖАУЫН-ШАШЫН ҚАТАРЛАРЫНДАҒЫ НЕГІЗГІ ЦИКЛДАРДЫҢ КЕҢІСТІКТЕГІ ТАРАЛУЫ

Жауын-шашын мәлішерінің уақытша жылдық қатарын спектральді талдау негізінде жауын-шашын қатарында негізгі циклдері және олардың кеңістікте таралуы анықталды. Сонымен қатар жыл ішінде циклдердің тұрақтылығы қарастырылды. Нәтижелер климат динамикасын және оның болашақта өзгеру сценарилерін тұрғызуда қажетін тигізеді.

УДК 551.5(574)

Л.А. Ерисковская *

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
НА ЛЕДНИКАХ ТУЙЫКСУ И АБРАМОВА***ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, СУММА ОСАДКОВ, СКОРОСТЬ ВЕТРА, ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ, КЛИМАТ*

В статье рассматриваются метеорологические условия на ледниках Туйыксу и Абрамова за летний период. Определён коэффициент корреляции и продлены ряды метеорологических элементов. Проведён анализ изменений в многолетнем ходе температуры воздуха, суммы осадков, скорости ветра, относительной влажности, продолжительности солнечного сияния. Подсчитана величина C : зависимость продолжительности солнечного сияния от суммы осадков и проведена сравнительная характеристика.

Введение

Перспективное планирование с учетом максимального использования природных ресурсов в странах Средней Азии опирается на информацию об изменении климата. Необходимо знать масштабы и последовательность колебаний климата, как в прошлом, так и в будущем, а также какие изменения происходили ежемесячно, по сезонам, в течение года. Горы влияют на климат, и это может оказывать воздействие на экономику многих стран мира. В настоящее время внимание ученых все более и более сосредоточивается на высокогорных районах, где формируется подавляющая часть стока, используемого в народном хозяйстве. Но еще бóльший научно-практический интерес представляют ледники, особенно во время засушливых периодов, когда они по существу представляют единственный источник питания рек в летние месяцы. Ледники – аккумуляторы влаги. Вода в ледниках консервируется на много сотен и тысяч лет. Именно ледники можно назвать гигантскими естественными хранилищами запасов пресной воды. Для рассмотрения этого вопроса взяты ледники Туйыксу и Абрамова. Ледник Туйыксу располагается в Илейском

* Институт географии, г. Алматы

(Заилийском) Алатау $43,05^{\circ}$ с.ш., $77,07^{\circ}$ в.д. на высоте 3450 м, где с 1972 года лабораторией гляциологии Института Географии ведутся непрерывные наблюдения. Проанализированная научная информация высылается во Всемирную службу мониторинга ледников. Ледник Абрамова расположен на территории Кыргызстана (39° с.ш., 71° в.д.) в верхней части бассейна реки Коксу – правого притока р. Кызылсу.

Метеорологические исследования

Для анализа использовались данные по среднемесячным значениям температуры воздуха, скорости ветра, относительной влажности, суммы осадков и продолжительности солнечного сияния за летний период с 1972 по 2013 гг. стационара на леднике Туюксу. На леднике Абрамова данные получены сотрудниками Среднеазиатского научно-исследовательского гидрометеорологического института (САНИГМИ, г. Ташкент, Узбекистан) за период с 1968 по 1994 гг. [4].

Как рассматривалось ранее [1], температура воздуха возрастает на леднике Туюксу за летний период. На леднике Абрамова также, но более интенсивно (рис. 1). Коэффициент корреляции по температуре воздуха между ледниками 0,9. По статистическому методу приведения ряды по температуре воздуха на ледниках были продлены.

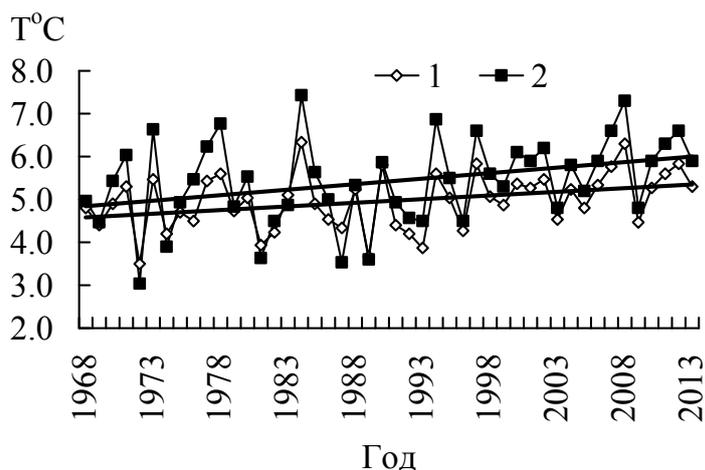


Рис. 1. Многолетний ход среднемесячной температуры ($T^{\circ}\text{C}$) воздуха за летний период. 1 – ледник Туюксу, 2 – ледник Абрамова и их линейные тренды.

Главным фактором, влияющим на баланс массы ледника, как рассматривалось ранее [2], является изменение температуры воздуха за лет-

ний сезон. Температура воздуха на леднике Абрамова возрастает более интенсивно. Ледник находится южнее и поэтому температура выше, несмотря на бóльшую высоту по сравнению с ледником Туйыксу.

Скорость ветра на леднике Туйыксу в первой половине 20-го столетия была больше 2 м/с [3], а за период наблюдений 1972...2013 гг. стала меньше [2]. На леднике Абрамова скорость ветра так же уменьшается, но более интенсивно (рис. 2). Корреляции по скорости ветра между ледниками нет.

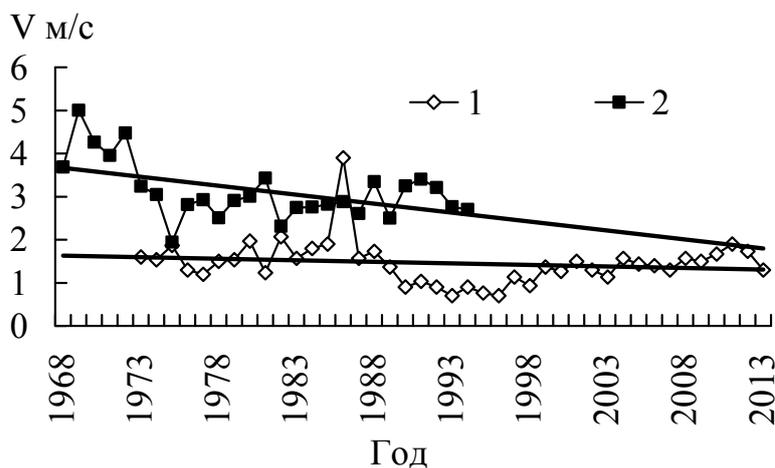


Рис. 2. Многолетний ход среднемесячной скорости ветра (V м/сек) за летний период. 1 – ледник Туйыксу, 2 – ледник Абрамова и их линейные тренды.

В связи с уменьшением скорости ветра турбулентное перемешивание приземных слоёв воздуха и испарение с ледника уменьшаются. Всё это способствует увеличению влажности воздуха. Относительная влажность на ледниках возрастает, но на леднике Абрамова больше (рис. 3).

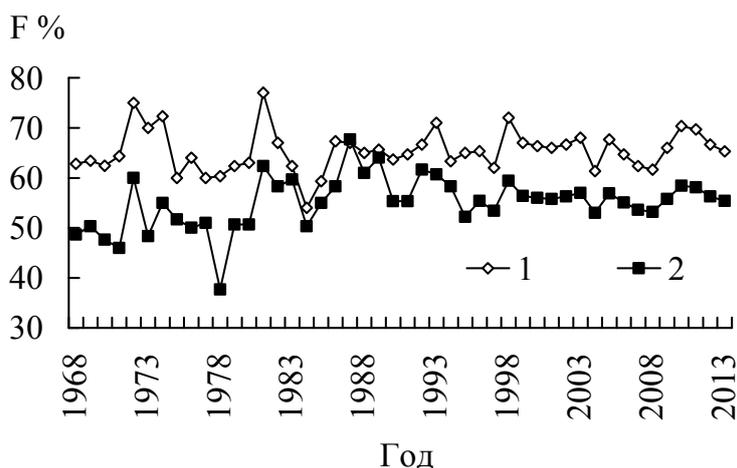


Рис. 3. Многолетний ход среднемесячной относительной влажности (F, %) за летний период. 1 – на леднике Туыксу, 2 – на леднике Абрамова и их линейные тренды.

Коэффициент корреляции по относительной влажности не высокий – 0,47. Влажность на леднике Туыксу больше, чем на леднике Абрамова, в многолетнем ходе возрастает незначительно.

Несмотря на глобальное потепление, метеорологические условия в настоящее время способствуют улучшению жизнедеятельности ледников. Чем меньше величина C, тем благоприятней для ледников [5] (формула С Моравца [6]).

$$C = 10 \cdot \frac{S}{r},$$

где S – сумма часов солнечного сияния за летний период, r – сумма осадков за лето.

На рис. 4 видно, что величина C на леднике Туыксу почти не меняется, на леднике Абрамова в многолетнем ходе интенсивно уменьшается, но её значения ещё остаются больше, чем на леднике Туыксу. Значит метеоусловия, несмотря на более интенсивный рост температуры воздуха на леднике Абрамова более благоприятны, чем на Туыксу в многолетнем ходе. Коэффициент корреляции по сумме осадков между ледниками 0,56. Сумма осадков на леднике Туыксу значительно больше, чем на леднике Абрамова (рис. 5). Коэффициент корреляции по продолжительности солнечного сияния между ледниками 0,53. Продолжительность солнечного сияния в многолетнем ходе по ледникам меняется не значительно. На леднике Туыксу немного понижается, на леднике Абрамова почти не меняется (рис. 6).

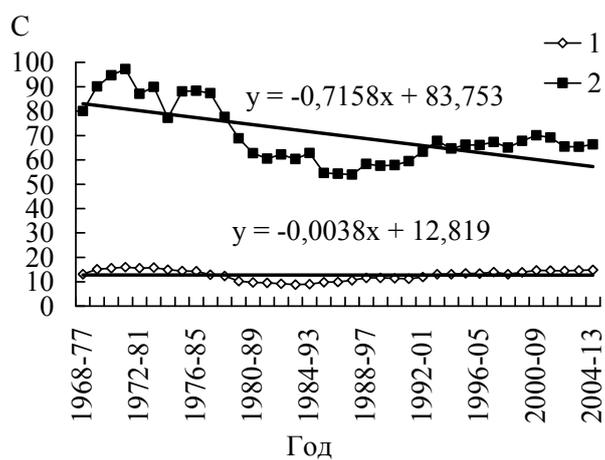


Рис. 4. Изменение скользящих по 10-летиям величин C за летний период. 1 – на леднике Туйыксу, 2 – на леднике Абрамова и их линейные тренды.

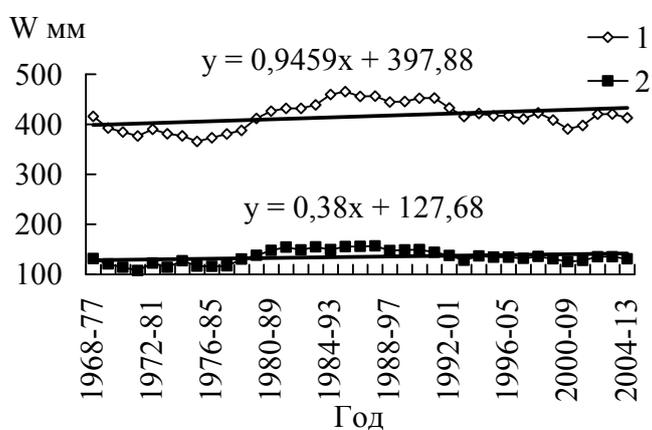


Рис. 5. Изменение скользящих по 10-летиям сумм осадков (W , мм) за летний период. 1 – на леднике Туйыксу, 2 – на леднике Абрамова и их линейные тренды.

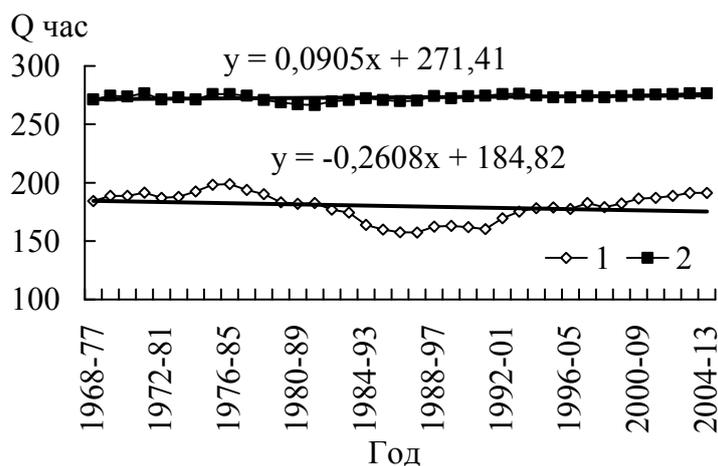


Рис. 6. Изменение скользящих по 10-летиям средней продолжительности солнечного сияния (Q , час) за летний период. 1 – на леднике Туйыксу, 2 – Абрамова и их линейные тренды.

Заключение

Таким образом, температура воздуха на леднике Абрамова, расположенного южнее, в летний период в многолетнем ходе возрастает быстрее, чем на леднике Туйыксу, скорость ветра уменьшается больше, что способствует увеличению влажности. Влажность на леднике Абрамова в многолетнем ходе возрастает более интенсивно. Сумма осадков на леднике Туйыксу больше, чем на леднике Абрамова. В многолетнем ходе суммы осадков на ледниках возрастают, но не значительно. Продолжительность солнечного сияния за летний период на леднике Туйыксу понижается, на леднике Абрамова почти не меняется. Несмотря на глобальное потепление, метеорологические условия в многолетнем ходе на ледниках улучшаются. Величина S на леднике Абрамова, находящегося в более худших условиях для жизнедеятельности, уменьшается более интенсивно, но остаётся ещё намного больше, чем на леднике Туйыксу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерисковская Л.А. Фазовый состав атмосферных осадков на леднике Туйыксу // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 4. – С. 108-117.
2. Ерисковская Л.А. Метеорологическая характеристика режима ледника Туйыксу // МГИ. – 2009. – Вып. 107. – С. 130-136.

3. Макаревич К.Г., Пальгов Н.Н., Токмагамбетов Г.А., Вилесов Е.Н., Су-даков П.А., Головкова Р.Г., Денисова Т.Я., Егорова Н.Д. Оледенение Заилийского Алатау. М.: 1969. – 287 с.
4. Перцигер Ф.И. Ледник Абрамова – климат, сток, баланс массы. / Ре-жимно-справочное пособие. – Ташкент: САНИГМИ, 1996. – 279 с.
5. Тронов М.В. О гляциологических показателях. Гляциология Алтая. – Томск: 1970. – С. 8-18.
6. Morawetz S. Klimabeziehungen des Gletscherverhaltens in den Ostalpen. Ztschr. F. Gletsch. Bd. II, N. 1, 1952.

Поступила 17.10.2013

Л.А. Ерисковская

ТҰЙЫҚСУ ЖӘНЕ АБРАМОВ МҰЗДЫҚТАРЫНЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Бұл мақалада Тұйықсу және Абрамова мұздығының жаз кезіндегі метеорологиялық жағдайы қаралған. Элементтердің метеорологиялық қатарлары ұзартылды және корреляция коэффициенті анықталды. Күннің жарқырау ұзақтығына, ылғалдылыққа байланысты жел жылдамдығына, жауын-шашын қосындысына, көпжылдық ауа температурасындағы ауытқуларға талдау жасалды. салыстырмалы сипаттама жасалды және жауын-шашын қосындысынан күннің жарқырау ұзақтығына байланысты: С мөлшері есептелінген.

УДК 633:551.50

Канд. геогр. наук С.С. Байшоланов *

**О РАЗВИТИИ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В
КАЗАХСТАНЕ***МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОСТ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОГОДНАЯ СТАНЦИЯ, МОНИТОРИНГ, ЗАПАСЫ ВЛАГИ В ПОЧВЕ*

Предложены рекомендации по развитию агрометеорологической сети, по освоению новых приборов и систем мониторинга, а также по созданию пунктов наблюдений в северных областях.

Одной из важнейших задач Гидрометеорологической службы является агрометеорологическое обеспечение сельского хозяйства. Система агрометеорологического мониторинга предназначена для сельскохозяйственных товаропроизводителей и других субъектов аграрной сферы, для которых необходима аналитическая информация о складывающихся и ожидаемых погодных условиях, об их возможном воздействии на объекты сельскохозяйственного производства, об ожидаемой продуктивности сельскохозяйственных культур. Для планирования агротехнических и мелиоративных мероприятий сельское хозяйство нуждается в различных видах агрометеорологической информации и прогнозов. Основой агрометеорологической информации и прогнозов являются данные стационарных наблюдений.

Агрометеорологический мониторинг в Казахстане осуществляется в соответствии с требованиями ВМО. В 1922 г., т.е. к моменту основания Гидрометеорологической службы Казахстана, агрометеорологические наблюдения проводились на 3 метеорологических станциях. В 1937 г. в составе агрометеорологической сети числилось 19 станций. В 1945...1950 гг. агрометеорологическая сеть развивалась в районах отгонного животноводства. В 1954...1956 гг. в связи с освоением целинных и залежных земель произошел скачок в развитии агрометеорологической сети. К 1975 г. агрометеорологическая служба Казахстана выросла в крупную научно-производственную базу, способная удовлетворять все запросы сельского хозяйства республики. В восьмидесятые годы количество метеорологических станций увеличилось до 295, из них на 246 велись агрометеорологические наблюдения, из которых на 180 также велись ин-

* АО «КазНИИСА», г. Астана

струментальные наблюдения за влажностью почвы. Кроме метеорологических станций Казгидромета наблюдения по сокращенной программе вели еще более 200 агрометеорологических постов при колхозах и совхозах, подчиненные министерству сельского хозяйства. В конце прошлого века, во время перехода к рыночной экономике количество пунктов наблюдений сократилось до 108.

Сегодня агрометеорологический мониторинг ведется на 202 пунктах. Из них 115 являются метеорологическими станциями (М), 87 – агрометеорологическими постами (АП). Из АП 16 являются автоматическими агрометеорологическими постами (ААП), где установлены автоматические погодные станции. Растениеводческие наблюдения ведутся на 177 пунктах, животноводческие – на 25 М. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы определяются на 123 пунктах (М – 90, АП – 33).

Производство агрометеорологических наблюдений включает метеорологические и собственно агрометеорологические (агрономические, фенологические, температура и запасы влаги в почве) наблюдения.

С целью увеличения плотности наблюдательных пунктов РГП «Казгидромет» дополнительно организывает стационарные АП. Однако и это не позволяет полностью охватить мониторингом земельную территорию республики. Для частичного разрешения данной проблемы проводятся маршрутные агрометеорологические обследования сельскохозяйственных полей. Сегодня в 11 растениеводческих областях республики проводятся 48 маршрутных обследований.

В настоящее время в агрометеорологическом мониторинге Казахстана существует ряд проблем, по которым можно предложить следующие рекомендации:

1. Сегодня автоматизировано всего 31 % метеорологической сети Казгидромета. Существующие автоматизированные станции и посты не охватывают ни одну область Казахстана полностью. Соответственно, с целью соблюдения единства измерений, в производстве используются данные наблюдений полученные классическим способом (8 сроков наблюдений в сутки).

Измерение метеорологических параметров наблюдателем, несмотря на их последующий критический контроль, не исключает ошибок, связанных с человеческим фактором. Также осреднение данных за 8 сроков в сутки несколько отличается от 24 измерений за сутки. Это несколько снижает точность среднесуточных данных. Необходимо отметить, что на АП метеорологические измерения проводятся только 2 раза в сутки, что явно

недостаточно. Из этого следует необходимость скорейшей автоматизации всей метеорологической сети Казгидромета. Переход на автоматические измерительные датчики позволит проводить измерения оперативно и точно, а также исключить ошибки, связанные с человеческим фактором.

В связи с тем, что процесс автоматизации наблюдательной сети является довольно продолжительным, можно предложить переход областей республики на автоматический режим мониторинга по определенной очередности. При этом необходимо учесть такие факторы, как экономические показатели, опасность природных процессов и явлений, приграничная территория, административный уровень и численность населения. Учитывая это, первостепенный приоритет можно дать северным областям и областям занятыми горными массивами: Акмолинская, Костанайская, Северо-Казахстанская, Алматинская, Восточно-Казахстанская, Жамбылская, Южно-Казахстанская и т.д.

2. Еще одной проблемой агрометеорологического мониторинга является оснащенность сети приборами и оборудованностями старого образца, что также снижает оперативность и точность наблюдений при стационарном и маршрутном обследовании сельскохозяйственных полей. Например, измерение запасов продуктивной влаги (ЗПВ) в почве.

В наблюдательной сети Казгидромета для измерения ЗПВ используется термостатно-весовой метод. Процесс определения влажности почвы состоит из полевых и лабораторных работ. Он заключается во взятии проб почвы из скважин наблюдательного участка в четырех точках поля, с последующим взвешиванием, высушиванием, повторным взвешиванием после сушки и вычислением влажности почвы. Такой трудоемкий и длительный процесс имеет не только инструментальную погрешность, но и ошибки связанные с человеческим фактором. Влажность почвы определяется только 1 раз в 10 суток.

ЗПВ измеренный термостатно-весовым методом показывает влажность почвенного слоя диаметром всего 4 см. Этот метод дает возможность определения ЗПВ в слое залегания корневой системы растений, но не отображает пространственное поле влажности, т.е. характеризует только данный участок сельскохозяйственного поля, и их нельзя распространять на большую территорию. Поэтому перед агрометеорологами остро встает вопрос повышения частоты, оперативности и точности измерения ЗПВ. Удовлетворение этих требований возможно только при использовании мобильного влагомера почвы. Например, переносной влагомер почвы компании

«Delta-T Devices» (Англия), где влажность почвы определяется с помощью электромагнитных волн. Содержание воды в почве определяет ее диэлектрическую проницаемость (ϵ). Создаваемое датчиками влагомера электромагнитное поле распространяется на 10 см почвенного слоя, т.е. диаметр почвенного слоя, где определяется влажность, составляет около 20 см.

Использование такого мобильного влагомера почвы позволит проводить измерения оперативно, охватить больше полей, увеличить частоту и точность измерения, позволит исключить ошибки, связанные с человеческим фактором. В конечном итоге позволит более качественно оценить влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Сегодня в Казгидромете ведутся работы по внедрению в производство приобретенных почвенных влагомеров почвы «Delta PR2».

При стационарном и маршрутном обследовании сельскохозяйственных посевов можно облегчить определение состояния растений с применением специальных приборов. Например, использование ручного фотометра ФИ-20А (Россия) значительно повысит оперативность и качество оценки состояния растений (густота стеблестоя, надземная растительная масса, степень повреждения растений).

ФИ-20А предназначен для измерения биометрических параметров растительного покрова, оперативного контроля состояния агроценозов и эффективности агротехники, количественной оценки условий роста и развития растений в полевых условиях и в условиях закрытого грунта. Его также можно использовать при проведении опорных подспутниковых измерений. Измеритель ФИ-20А позволяет измерить спектральный коэффициент яркости подстилающей поверхности в двух спектральных интервалах в красном и инфракрасном, а также производных от них величин – индекса отражения, вегетационного индекса, биопараметров растительного покрова, освещенности подстилающей поверхности.

3. Как было сказано выше, ЗПВ можно определить только на полях, у которых известны агрогидрологические константы почвы. В настоящее время агрогидрологические константы почвы имеются только на 123 пунктах наблюдений, которые были определены 20...40 лет назад. Соответственно необходимо часть из них обновить, определить агрогидрологические константы почв на сельскохозяйственных полях возле других метеостанций и агропостов (около 80 полей). В последние годы Казгидромет начал работу по определению агрогидрологических констант на некоторых М и АП северных зерносеющих областей.

4. Казгидрометом пока не освоены возможности дистанционного

спутникового зондирования. Одно из современных направлений в агрометеорологии, которое надо развивать является система мониторинга влажности почвы и состояния посевов сельскохозяйственных культур на основе спутниковой цифровой информации. В Казахстане в данном направлении определенных результатов достиг Институт космических исследований им. академика У.М. Султангазина (ИКИ). В этом направлении Казгидромет и ИКИ сотрудничая, т.е. объединив наземный и спутниковый мониторинг, могли бы достичь больших результатов.

5. Еще одним направлением развития является мониторинг конвективной облачности (полей ливневых осадков и градообразования) по данным радиолокационного зондирования атмосферы. Метеорологическая радиолокация является основным средством оперативного получения информации об облачности, осадках и связанных с ними опасных явлениях погоды. Ценность радиолокационной информации существенно возрастает при объединении данных нескольких радиолокаторов и построении «сшитых» (композитных) карт. В этом случае появляется возможность оперативного слежения за развитием процессов синоптического масштаба (атмосферные фронты, линии шквалов, зоны осадков) [2].

Для развития этого направления мониторинга необходимо сотрудничество РГП «Казгидромет» с АО «Казэросервис». Известно, что АО «Казэросервис» планирует развитие сети метеорологических радиолокаторов (МРЛ) в аэропортах республики. Тогда появится возможность налаживания поступления информации с МРЛ аэропортов. Например, использование Рабочей Станции Метеорологической автоматизированной радиолокационной сети (РС «МАРС») дает возможность составления серии объединённых карт на основе данных нескольких автоматизированных метеорологических радиолокационных комплексов (АМРК «Метеор-МетеоЯчейка», АМРК «МетеоЯчейка» и т.д.).

6. Все же основной проблемой агрометеорологического мониторинга является низкая плотность сети агрометеорологических станций и постов.

Согласно рекомендации Всемирной метеорологической организации (ВМО) метеорологическая сеть считается оптимальной на равнинной территории, если расстояние между метеорологическими станциями составляет около 60 км (по большинству наблюдаемых метеорологических характеристик) и 20...30 км по осадкам [8].

Количество метеорологических наблюдательных пунктов, удовле-

творяющее приведенные выше условия называется нормативным количеством пунктов наблюдений (N_n).

Зная неоднородности рельефа и хозяйственное освоение территории можно рассчитать минимально необходимое количество пунктов наблюдений (N_{\min}) [4].

Для учета рельефа вводится поправочный коэффициент на неоднородность рельефа (K_p), представляющий собой сумму произведений доли соответствующих площадей на принятые коэффициенты неоднородности выделенных площадей (для равнинной территории $K_p = 1$, для горной территории $K_p = 2$). Для этого, с использованием гипсометрической карты определяется доля равнинной и горной территории.

Для определения коэффициента хозяйственного освоения территории ($K_{хоз}$) используются данные о плотности населения, площади распределения сельскохозяйственных угодий и количество населенных пунктов по территории. Далее, умножая нормативное количество пунктов наблюдений с учетом рельефа на $K_{хоз}$, можно получить минимально необходимое количество метеорологических станций.

Плотность метеорологической сети в Казахстане составляет 10,4 тыс. км² на 1 М, что далеко не достаточно для полноценного освещения нашей территории [3]. Плотность метеорологической сети в западных странах составляет 3...4 тыс. км² на 1 М, что соответствует требованиям ВМО [8].

В полноценном измерении метеорологических характеристик участвуют М, МП и ААП (АП не входят). Поэтому М, МП и ААП составляют метеорологическую сеть Казгидромета.

Согласно рекомендацией ВМО для правильной характеристики пространственного распределения метеоэлементов (кроме осадков) расстояние между метеорологическими станциями должно составлять 63 км (при 1 М на 4 тыс. км²), т.е. радиус репрезентативного распространения метеоданных одной М составляет около 32 км, при условии однородности рельефа. Тогда на 3215 км² площади должна располагаться одна М. Это положение можно взять за основу требований для расположения М. Соответственно зная общую площадь территории области можно рассчитать нормативное количество М. Однако такие расчеты будут справедливы только при условии однородности рельефа.

Плотность метеорологической сети в северных зерносеющих об-

ластях составляет 1 пункт на 5,2...8,2 тыс. км², что явно недостаточно. Для определения минимально необходимого количества М необходимо учитывать неоднородность рельефа и хозяйственное освоение территории. По данным [3] минимально необходимое количество станций составляет для Северо-Казахстанской области 22 М, для Акмолинской области – 30 М, для Костанайской области – 34 М.

В Казахстане 76 % всех зерновых и зернобобовых культур и 80 % яровой пшеницы возделываются в Северо-Казахстанской, Костанайской и Акмолинской областях. Соответственно рассмотрим возможности развития агрометеорологической сети в этих трех областях.

В агрометеорологическом обеспечении сельского хозяйства Казахстана основной метеорологической характеристикой является количество и интенсивность осадков. В измерении осадков участвуют все виды наблюдательных пунктов (М, МП, ААП и АП). Поэтому все М, АП, ААП и МП можно включить в состав агрометеорологической сети Казгидромета.

Для репрезентативного измерения осадков и полноценной характеристики их пространственного распределения по территории существующей агрометеорологической сети явно не достаточно.

Согласно рекомендаций ВМО, для правильной характеристики пространственного распределения осадков расстояние между наблюдательными пунктами должно составлять около 30 км, т.е. радиус действия одной М (МП, АП, ААП) составляет 15 км. Тогда общая площадь действия одной М по осадкам составляет около 700 км², т.е. на 700 км² площади должна располагаться одна метеостанция. Это положение можно взять за основу требований для расположения М сельскохозяйственного назначения. Соответственно, зная общую площадь территории области, можно рассчитать нормативное количество М сельскохозяйственного назначения ($N_{c/x}$).

В табл. 1 приведены расчеты $N_{c/x}$ по северным областям Казахстана. Нормативное количество агрометеорологической сети составляет от 140 М в Северо-Казахстанской области до 280 М в Костанайской области. Для определения минимально необходимого количества станции и постов агрометеорологической сети $N_{c/x \min}$ необходимо учитывать неоднородность рельефа и сельскохозяйственное освоение территории.

Для определения поправочного коэффициента на неоднородность рельефа (K_p) и коэффициента сельскохозяйственного освоения территории ($K_{c/хоз}$) были использованы топографические карты с населенными

пунктами, физико-географические карты областей, плотность населения и площадь пахотно-пригодных земель. В этих областях $K_{c/хоз}$ составил от 0,43 в Костанайской области до 0,66 в Северо-Казахстанской области (табл. 2). В табл. 2 также приведены расчеты минимально необходимого количества станции и постов агрометеорологической сети ($N_{c/x \min}$).

Таблица 1

Нормативное количество МС сельскохозяйственного назначения ($N_{c/x}$)

Область	Общая площадь, тыс. км ²	Количество М, МП, ААП, АП	$N_{c/x}$
Северо-Казахстанская	98	20	140
Акмолинская	146	32	208
Костанайская	196	33	280

Таблица 2

Минимально необходимое количество станции и постов агрометеорологической сети ($N_{c/x \min}$)

Область	Площадь пахотно-пригодных земель, тыс. км ²	K_p	$K_{c/хоз}$	$N_{c/x \min}$	Количество М, МП, ААП, АП	Дефицит АП
Северо-Казахстанская	49,4	1,0	0,66	92	20	72
Акмолинская	54,3	1,1	0,52	115	32	83
Костанайская	56,7	1,0	0,43	120	33	87

Таким образом, при строгом соблюдении рекомендаций ВМО необходимо довести количество станций и постов агрометеорологической сети в Северо-Казахстанской области до 92, в Акмолинской области – до 115, а в Костанайской области – до 120. Однако, в реальности, создание такого количества наблюдательных пунктов невозможно из-за разбросанности населенных пунктов по территории областей да и экономически не целесообразно.

Необходимую агрометеорологическую сеть можно определить и по другой технологии. Руководствуясь рекомендацией ВМО (расстояние 30 км), была определена оптимальная агрометеорологическая сеть для трех областей. На картах областей были определены конкретные населенные пункты, где можно создавать агрометеорологические посты. Для определения таких населенных пунктов на карту областей были нанесены пункты существующей сети наблюдения и обозначены расстояния между

соседними станциями и постами. При этом учитывалась существующая сеть соседних областей, освоенность территории населенными пунктами и площади пахотных земель по районам.

Расстояния между наблюдательными пунктами (М, АП, ААП) рассчитывались на основе их географических координат (широта и долгота), по формуле гаверсинусов, позволяющая избежать погрешностей, связанных с небольшими расстояниями [1].

В качестве основы были использованы топографические карты областей 2008 г., подготовленные РГКП «Национальный картографо-геодезический фонд» [7]. Сводные результаты исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3

Количество населенных пунктов, рекомендуемых для создания ААП

Область	Площадь пахотных земель, тыс. га	Количество существующих М, АП, ААП	Количество населенных пунктов, рекомендуемых для создания ААП
Северо-Казахстанская	4 866	20	29
Акмолинская	5 337	32	36
Костанайская	5 487	33	28

В Северо-Казахстанской области пахотные земли занимают около 4,9 млн. га [6]. На территории области действует 20 пунктов наблюдений (14 М и 6 АП). Для полного покрытия земледельческой территории области необходимо создать еще 29 ААП.

В Акмолинской области пахотные земли занимают около 5,3 млн. га [9]. На территории области действует 32 пункта наблюдений (21 М, 4 АП, 7 ААП). Для полного покрытия земледельческой территории области необходимо создать еще 36 ААП.

В Костанайской области пахотные земли занимают около 5,5 млн. га [5]. На территории области действует 33 пункта наблюдений (18 М, 9 АП и 6 ААП). Для полного покрытия земледельческой территории области необходимо создать еще 28 ААП.

Были определены конкретные населенные пункты, рекомендуемые для создания новых агрометеорологических постов по трем северным областям. В качестве примера приводим полученные результаты по Северо-Казахстанской области (табл. 4, рис.).

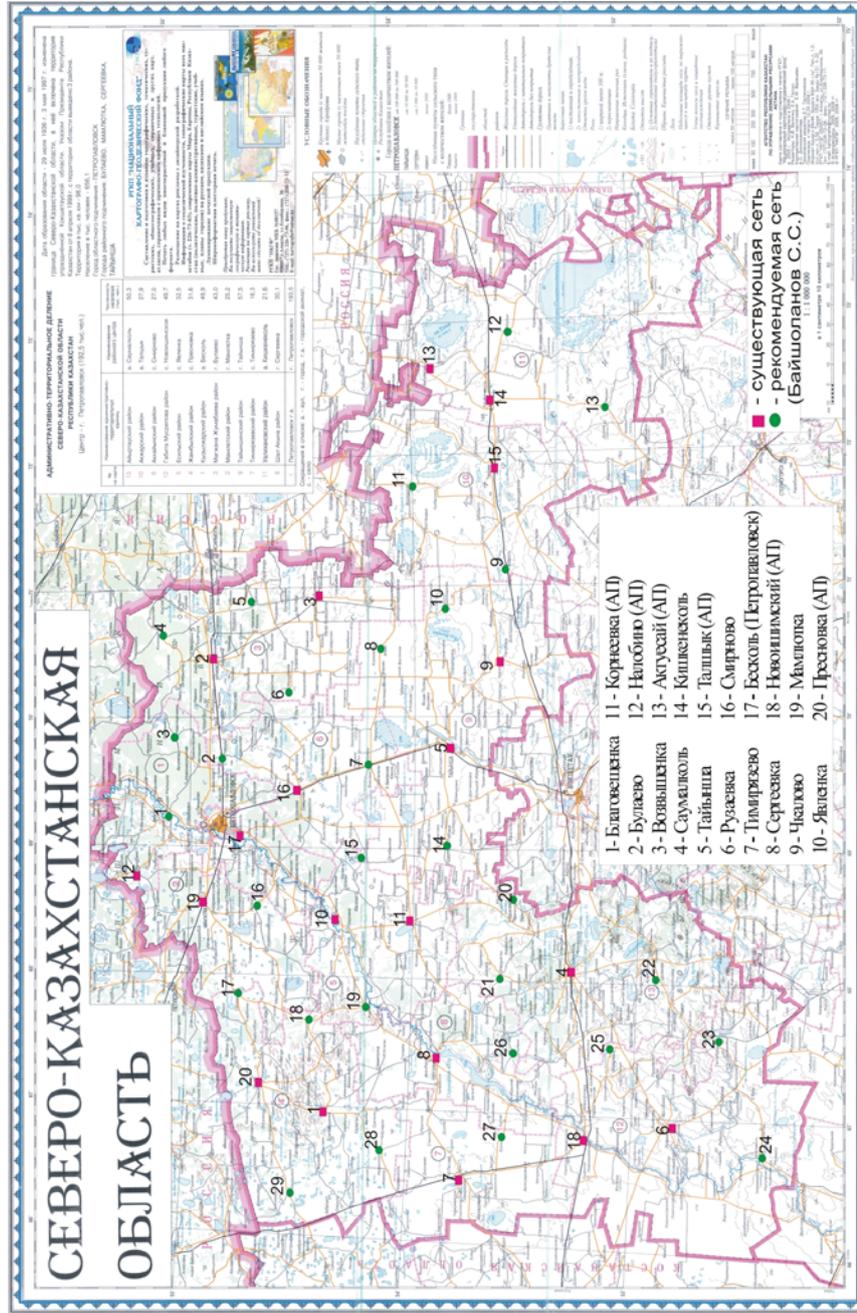


Рис. Существующая и рекомендуемая метеорологическая сеть.

Таблица 4

Населенные пункты, рекомендуемые для открытия ААП (для полного покрытия сельскохозяйственных территорий) по Северо-Казахстанской области

Район (номер на карте)	Площадь пахотных земель, тыс. га	Количество существующих М, АП, ААП	Пункт (номер на карте)
Айыртауский (13)	423,3	1	Теренколь (20) Егиндыагаш (21) Целинное (22)
Акжарский (10)	362,9	1	Ащыколь (9) Восходское (11)
Аккайынский (6)	239,7	1	Токушы (2) Киялы (7)
Есильский (5)	312,8	2	Николаевка (19)
Жамбылский (4)	328,9	2	Санжар (17) Троицкое (18) Украинское (28) Макарьевка (29)
Магжана Жумабаева (3)	468	2	Конюхово (4) Дуйсеке (5) Молодежное (6)
Кызылжарский (1)	215,2	2	Большая малышка (1) Новогеоргиевка (2)
Мамлютский (2)	192,6	1	Леденево (16)
Габита Мусрепова (12)	776,9	2	Тахтаброд (23) Шоптыколь (24) Беспаловка (25)
Тайыншинский (9)	711,9	2	Агроном или Ильич (8) Шункырколь (10) Глубокое (14) Дмитриевка (15)
Тимирязевский (7)	283,6	1	Есиль (27)
Уалихановский (11)	289,5	2	Мортык (12) Аккудык (13)
Шал акынский (8)	259,9	1	Ольгинка (26)

Таким образом, данная схема развития агрометеорологической сети является более реалистичной. Естественно, список выбранных населенных пунктов необходимо согласовать со специалистами районных акиматов областей.

Необходимо отметить, что дальнейшее расширение сети агрометеорологических постов нужно рассматривать в связке с расширением метеоро-

логической сети, т.е. с возможностью использования их данных не только в сельском хозяйстве, но и в синоптике и климатологии. Также при установке автоматических метеорологических станций (АМС) необходимо предусмотреть возможность ведения там агрометеорологических наблюдений.

Рекомендуется максимальное количество пунктов с агронаблюдениями создавать на базе АМС.

В выбранном пункте автоматическую погодную станцию можно устанавливать на отдельном участке, оформленном на Казгидромет на окраине поселка, или же на частной территории будущего техника агрометеоролога (на договорной основе). В первом случае охрану станции можно поручить ближайшему жителю поселка на договорной основе. ААП должен оснащаться датчиками (температура и влажность воздуха, осадки, ветер, атмосферное давление, солнечное сияние), средствами связи и аварийного электропитания. Станция устанавливается на 10 метровой мачте, ограждается специальной оградой и подключается к ближайшей сети электропередачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. GIS-lab: Вычисление расстояния и начального азимута между двумя точками на сфере [электронный ресурс]. – 2013. – URL: <http://gis-lab.info/qa/great-circles.html> (дата обращения: 07.07.2013).
2. Институт радарной метеорологии. Рабочая станция «Марс» [электронный ресурс]. – 2013. – URL: http://www.iram.ru/iram/p13_mars_ru.php (дата обращения: 06.06.2013).
3. Кожухметов П.Ж. Об оптимизации метеорологической сети Казахстана
4. Методика расчёта минимально необходимого количества пунктов метеорологических наблюдений. – СПб: 2008. – 15 с.
5. Официальный Интернет-ресурс акимата Костанайской области. Социально-экономический паспорт Костанайской области за 2012 год [электронный ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.kostanay.gov.kz/rus/analitika-51|707.html> (дата обращения: 08.08.2013).
6. Официальный Интернет-ресурс Северо-Казахстанской области. Социально-экономический паспорт Северо-Казахстанской области за 2012 год. [электронный ресурс]. – 2013. – URL: <http://sko.gov.kz/page.php?cat=2&page> (дата обращения: 08.08.2013).
7. РГКП «Национальный картографо-геодезический фонд». Карты областей РК, топографические: Северо-Казахстанская область [электронный

- ресурс]. – 2013. – URL: http://nkgf.kz/ru/projects/scale_1-1000000/ (дата обращения: 07.07.2013).
8. Руководство по глобальной системе наблюдений. – ВМО № 488. – 2010.
9. Управление экономики и бюджетного планирования Акмолинской области: Социально-экономический паспорт Акмолинской области за 2012 год [электронный ресурс]. – 2013. – URL: <http://akmplan.kz/> (дата обращения: 08.08.2013).

Поступила 7.02.2014

Геогр. ғылымд. канд. С.С. Байшоланов

**ҚАЗАҚСТАНДА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ МОНИТОРИНГІН
ДАМУ ТУРАЛЫ**

Агрометеорологиялық бақылау торабын дамыту бойынша, жаңа аспаптар мен мониторинг жүйелерін игеру бойынша, сонымен қатар солтүстік облыстарда жаңа бақылау бекеттерін ашу бойынша ұсыныстар берілген.

УДК 556. 552

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов *
М.Т. Садуокасова **
М.Н. Раченков *

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ВОДНОГО БАЛАНСА ОЗЕР ЩУЧИНСКО-БОРОВСКОЙ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ

ОЗЕРА, КУРОРТНАЯ ЗОНА, ВОДНЫЙ БАЛАНС, ИСПАРЕНИЕ, СНЕГОЗАПАСЫ, ПРИТОК ВОДЫ, ОБЪЕМ, УРОВЕНЬ, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

Рассматривается водный баланс озер Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты в начале 21 века. Показано, что во второй половине 20 века произошло существенное сокращение объема и уровня озер за счет увеличения испарения с водной поверхности и водопотребления в их бассейнах. Произведена оценка водных ресурсов для компенсации негативных последствий сокращения уровня и объема озер.

Озера Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты расположены на севере Акмолинской области Республики Казахстан, они входят в систему озер Щучинско-Боровской курортной зоны. Кроме указанных водоемов в эту систему входят: Киши Шабакты, Катарколь, Жукей, Майбалык, Текеколь, Карасье и Сулуколь. В 1956 году семь из десяти озер, включая Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты, были обследованы во время работы экспедиции освоения целинных и залежных земель Северного Казахстана [1]. По данным этих обследований впервые была произведена оценка элементов их водного баланса в естественных условиях. В последние годы такая оценка произведена для остальных трех озер: Текеколь, Сулуколь и Карасье. В результате проведенных исследований и расчетов получены суммарные характеристики элементов водного баланса озер Щучинско-Боровской курортной зоны в естественных условиях: площадь озер составляет 89,5 км², средний многолетний приток в эти озера – 35,3 млн.м³ в год, запас воды в снеге – 2,69 млн.м³, осадки, выпадающие на поверхность озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава, – 23,1 млн.м³. Таким образом суммарная приходная составляющая водного баланса озер

* Казгидромет, г. Алматы

** КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

составляет – 61,0 млн.м³, эта величина соответствует расходной составляющей водного баланса – испарению с водной поверхности озер за многолетний период – 61,0 млн.м³.

Систематические наблюдения за уровнем озер ЩБКЗ в начале 21 века производились только на оз. Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты. Для определения изменения элементов водного баланса этих озер была произведена их оценка за 2002...2012 гг. Расчеты величины снегозапасов, формирующихся на ледяном покрове озер и осадков, выпадающих на водную поверхность, а также испарения за 2002...2003 гидрологический год приведены в табл. 1.

Испарение с поверхности снега определялось по методике, предложенной Семеновым В.А. для районов Северного и Центрального Казахстана [2]. Испарение с поверхности водоемов за то время, когда ледовый покров еще не растаял, весьма мало и не превышает 8 мм, поэтому испарение с воды за апрель при проведении расчетов условно принимается равным 0 [1]. В октябре, при отрицательных температурах воздуха, испарение также условно принималось равным 0.

Изменение объема бессточного озера в соответствии с уравнением водного баланса имеет следующий вид:

$$\Delta W = V + S + P - E, \quad (1)$$

где ΔW – изменение объемов, млн. м³; V – суммарный приток, млн. м³; S – снегозапасы на поверхность озера за холодный период, млн. м³; P – поступление осадков на поверхность озера в безледоставный период, млн. м³; E – испарение с водной поверхности, млн. м³.

С помощью этого уравнения может быть определен суммарный приток воды в озеро:

$$V = \Delta W - S - P + E. \quad (2)$$

Характеристики водного баланса озер Шортан, Бурабай, Улькен Шабакты за отдельные гидрологические годы представлены в табл. 2...4.

Приток воды в озеро в весенний период (в млн. м³) определялся путем анализа увеличения уровня и объема озера. Суммарный приток в озера, как правило, превышает его величину в весенний период. Только в отдельные годы весенний приток оказался несколько больше суммарного притока за гидрологический год, по-видимому, в связи с неравномерным забором воды в бассейне озера.

Результаты оценки для озер Шортан, Бурабай, Улькен Шабакты по наблюдениям 21 в., были сопоставлены с аналогичными данными, приведенными в монографии 1956 г. (табл. 5...7).

Таблица 1

Определение осадков и испарения оз. Шортан за 2002...2003 гидрологический год

Месяц	Среднемесячные уровни, см	Площадь, км ²	Осадки по М г. Щучинск, мм	Дефицит влажности воздуха по М г. Щучинск, г/га	Испарение со снега, мм	Снегозапасы на холодной период, млн. м ³	Осадки на поверхность озера за период безо льда, млн. м ³	Температура воздуха, С	Испарение с поверхности воды	
									мм	млн. м ³
Октябрь 2002	837	12,89	17,0				0,22	2,80	34,5	0,44
Ноябрь 2002	834	12,87	32,6	0,9	7,75	0,32				
Декабрь 2002	831	12,84	14,90	0,3	1,40	0,17				
Январь 2003	830	12,84	7,70	0,5	3,57	0,05				
Февраль 2003	829	12,83	5,8	0,4	2,24	0,05				
Март 2003	829	12,83	1,50	0,8	1,50	0,00				
Апрель 2003	831	12,84	12,9				0,17	0	0	0,00
Май	835	12,88	48,8				0,63	14,4	131	1,68
Июнь 2003	841	12,93	31,7				0,41	16,3	146	1,89
Июль	839	12,91	65				0,84	16,8	150	1,94
Август 2003	835	12,88	8,2				0,11	20,1	178	2,29
Сентябрь 2003	822	12,77	12,20				0,16	12,2	112	1,43
Сумма	9993	154	259	2,90	16,4	0,59	2,53	82,6	752	9,7
Ср. значение	833	13	21,5	0,58	3,27	0,12	0,36	11,8	107	1,38

Таблица 2

Расчет элементов водного баланса оз. Шортан за отдельные гидрологические годы

Гидрологический год	Среднегодовая площадь озера, км ²		Уровень и объем в начале г.г.		Поступление воды на поверхность озера, млн м ³		Поступление воды на поверхность озера, мм		Испарение с водной поверхности		Уровень и объем в конце г.г.		Изменение объема озера, млн. м ³		Суммарный головой приток в озеро, млн. м ³		Приток воды в озеро в осенний период, млн. м ³	
	см	млн. м ³	период	без ледовый период	период	без ледовый период	период	без ледовый период	млн. м ³	мм	см	млн. м ³	млн. м ³	мм	млн. м ³	млн. м ³	мм	
2002...2003	837	117	0,59	2,53	46,1	196	9,68	752	815	114	-3,1	3,4	267	2,54				
2003...2004	815	114	0,28	2,20	21,9	174	9,56	758	783	109	-4,4	2,7	215	1,25				
2004...2005	783	109	0,61	4,63	48,7	371	9,20	732	794	111	1,5	5,5	441	3,88				
2005...2006	794	111	0,23	3,41	18,0	272	8,91	708	787	110	-1,0	4,3	342	2,88				
2006...2007	787	110	0,96	4,20	76,6	335	8,87	700	800	112	1,8	5,5	441	3,30				
2007...2008	800	112	0,61	2,54	48,7	202	9,21	735	771	108	-4,0	2,0	162	2,26				
2008...2009	771	108	0,42	4,29	33,8	348	8,47	687	763	107	-1,0	2,7	223	1,01				
2009...2010	763	107	1,21	1,54	91,9	117	10,27	764	885	124	17,1	24,6	1866	2,46				
2010...2011	885	124	1,00	3,79	74,9	285	9,51	712	883	123	-0,4	4,3	325	2,85				
2011...2012	883	123	0,37	3,10	28,0	234	10,57	799	860	120	-3,2	3,9	293	2,40				
Сумма	8117	1134	6,27	32,2	489	2534	94	7347	8141	1137	3,31	59,1	4576	24,8				
Ср. значение	812	113	0,63	3,22	48,9	253	9,43	735	814	114	0,33	5,91	458	2,48				

Таблица 3

Расчет элементов водного баланса оз. Бурабай за отдельные гидрологические годы

Гидрологический год	Среднегодовая площадь озера, км ²		Уровень и объем в начале		Период ледостава		Период ледостава		Поступление воды на поверхность озера, мм		Испарение с водной поверхности		Уровень и объем в конце		Изменение объема озера, млн. м ³		Суммарный головой приток в озеро, млн. м ³		Приток воды в озеро в весенний период, млн. м ³
	см	млн. м ³	период	без ледовый период	период	без ледовый период	млн. м ³	мм	см	млн. м ³	млн. м ³	г.г.	млн. м ³	г.г.	млн. м ³	мм			
2003...2004	10,26	859	0,13	12,4	22	7,95	774	836	33,5	-2,1	5,4	531	1,27						
2004...2005	10,21	836	0,56	54,6	305	7,79	764	888	38,3	4,8	8,9	871	1,82						
2005...2006	10,65	888	0,13	12,2	283	7,78	731	884	37,9	-0,4	4,2	396	3,55						
2006...2007	10,64	884	0,80	75,2	322	7,78	731	892	38,6	0,8	4,3	407	2,82						
2007...2008	10,58	892	0,32	30,4	214	7,89	746	868	36,4	-2,2	3,1	291	0,91						
2008...2009	10,39	868	0,22	21,5	354	7,33	705	870	36,6	0,2	3,6	350	1,18						
2009...2010	10,47	870	0,74	70,7	127	8,10	773	845	34,3	-2,3	3,7	355	2,36						
2010...2011	10,16	845	0,51	50,6	246	7,38	726	840	33,9	-0,5	3,9	384	1,45						
2011...2012	10,03	840	0,23	22,8	246	8,02	800	812	31,4	-2,5	2,8	281	0,73						
Сумма	93,4	7781	3,64	350	2119	70,0	6750	7733	321	-4,3	40,0	3867	16,1						
Ср. значение	10,4	865	0,40	38,9	235	7,78	750	859	35,7	-0,5	4,45	430	1,79						

Таблица 4

Расчет элементов водного баланса оз. Улькен Шабакты за отдельные гидрологические годы

Гидрологический год	Среднегодовая площадь озера, км ²		Уровень и объем в начале г.г.		Поступление воды на поверхность озера, млн. м ³		Поступление воды на поверхность озера, мм		Испарение с водной поверхности		Уровень и объем в конце г.г.		Изменение объема озера, млн. м ³		Суммарный годовой приток в озеро, млн. м ³		Приток воды в озеро в весенний период, млн. м ³
	см	млн. м ³	период ледостава	без ледовый период	период ледостава	без ледовый период	период ледостава	без ледовый период	млн. м ³	мм	см	млн. м ³	млн. м ³	мм	млн. м ³	млн. м ³	
2006...2007	827	102	1,18	5,18	76,4	336	711	865,7	108	6,2	10,8	703	4,87				
2007...2008	866	108	0,78	3,21	48,8	202	739	860,5	107	-0,9	6,89	433	2,11				
2009...2010	860	107	1,47	1,82	94,4	117	765	837,2	103	-3,8	4,86	312	3,30				
2010...2011	837	103	1,15	4,33	75,2	284	712	809	99,1	-4,4	1,02	66,9	2,53				
2011...2012	809	99	0,42	3,51	28,1	234	796	767	92,7	-6,4	1,64	109	0,92				
Сумма	4200	520	4,99	18,1	323	1173	3723	4140	511	-9,13	25,2	1625	13,7				
Ср. значение	840	104	1,00	3,61	64,6	235	745	828	102	-1,83	5,05	325	2,75				

Таблица 5

Основные характеристики водного баланса озера Шортан в середине
20 века и начале 21 века

Характеристика водного баланса	В середине 20 в.		В начале 21 в.		Изменение	
	в мм	в млн. м ³	в мм	в млн. м ³	в мм	в млн. м ³
Приток воды с водосбора и водообмен через ложе озера	390	7,25	458	5,91	68	1,34
Запас воды в снеге на поверхности озера к началу весеннего снеготаяния и осадки, выпадающие на поверхность озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	290	5,40	302	3,85	12	1,55
Испарение с водной поверхности озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	680	12,65	735	9,43	55	3,22

Таблица 6

Основные характеристики водного баланса оз. Бурабай в середине 20 и
начале 21 века

Характеристика водного баланса	В середине 20 в.		В начале 21 в.		Изменение	
	в мм	в млн. м ³	в мм	в млн. м ³	в мм	в млн. м ³
Приток воды с водосбора и водообмен через ложе озера	390	3,67	430	4,45	40	0,78
Запас воды в снеге на поверхности озера к началу весеннего снеготаяния и осадки, выпадающие на поверхность озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	290	2,72	274	2,85	16	0,13
Испарение с водной поверхности озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	680	6,39	750	7,78	70	1,39

Таблица 7

Основные характеристики водного баланса озера Улькен Шабакты в середине 20 века и в начале 21 века

Характеристика водного баланса	В середине 20 в.		В начале 21 в.		Изменение	
	в мм	в млн. м ³	в мм	в млн. м ³	в мм	в млн. м ³
Приток воды с водосбора и водообмен через ложе озера	390	8,19	325	5,05	65	3,14
Запас воды в снеге на поверхности озера к началу весеннего снеготаяния и осадки, выпадающие на поверхность озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	290	6,09	299	4,61	9	1,48
Испарение с водной поверхности озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	680	14,28	745	11,5	65	2,78

В табл. 5...7 показано, что запас воды в снеге на поверхности озера к началу весеннего снеготаяния и осадки, выпадающие на поверхность озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава с середины 20 в. и начале 21 в. практически не изменились. Это указывает, что в условиях современного климата не произошло увеличения или уменьшения атмосферных осадков в рассматриваемом бассейне.

В то же время, испарение с поверхности оз. Шортан (табл. 5) увеличилось с 680 до 735 мм. Испарение с поверхности оз. Бурабай (табл. 6) увеличилось с 680 до 750 мм, а с поверхности оз. Улькен Шабакты (табл. 7) увеличилось с 680 до 745 мм. Это указывает на то, что в условиях современного климата, произошёл рост температуры воздуха в среднем за год на 1...1,5 °С.

Приток воды с водосбора и водообмен через ложе оз. Шортан уменьшился с 7,25 млн. м³ до 5,91 млн. м³ – на 18,5 %. В условиях нормы выпадающих атмосферных осадков такое сокращение поступления воды в озеро указывает на значительное водопотребление на хозяйственные нужды. Для оз. Бурабай эта величина увеличилась с 3,67 млн. м³ до 4,45 млн. м³. По-видимому, это обусловлено сокращением поступления воды из оз. Бурабай в оз. Улькен Шабакты по протоке Громотуха.

Для оз. Улькен Шабакты эта величина уменьшилась с 8,19 млн. м³ до 5,05 млн. м³. Это, по-видимому, обусловлено сокращением или отсутствием поступления воды в оз. Улькен Шабакты из оз. Бурабай по протоке Громотуха, а также забором воды в бассейне озера на хозяйственные нужды.

Суммарный приток в озера Бурабай и Улькен Шабакты в 1956 г. составил 11,9 млн. м³ (данные табл. 6 и 7), а в 2002...2012 гг. 9,5 млн. м³, т.е. на 2,4 млн. м³ или на 20 % меньше. Общий приток в озера ЩБКЗ в середине 20 в., как отмечалось выше, составлял 35,3 млн. м³ в год. Если по аналогии с озерами Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты принять сокращение притока равным 20 %, то окажется, что величина общего притока в озера ЩБКЗ с учетом водопотребления составит 7,1 млн. м³ в год. Как отмечено выше, во второй половине 20 века и начале 21 века приток в озеро Шортан сократился на 1,34 млн. м³, а приток в озера Бурабай и Улькен Шабакты – на 2,40 млн. м³. Таким образом, суммарное сокращение в озера Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты составило – 3,74 млн. м³ или 19,6 %.

Испарение с трех рассматриваемых озер в среднем увеличилось на 63 мм (9,3 %), что при современной площади озер (38,6 км²) составляет 2,43 млн. м³. Проведенные ранее исследования показали, что площадь всех десяти озер в естественных условиях (1956 г.) составляет 89,5 км², следовательно учитывая среднюю величину увеличения испарения можно «предположить», что общий объем озер уменьшился на 5,64 млн. м³. Таким образом, расходная величина водного баланса, которая включает водопотребление и увеличение испарения с водной поверхности, составляет 12,7 млн. м³ для современной площади озер.

Проведенные исследования озер Шортан, Бурабай и Улькен Шабакты показали, что к началу 21 века в их водном балансе произошли существенные изменения, а именно увеличилось испарение со снега и водной поверхности озер. Для восстановления озер в размерах, наблюдавшихся в середине 20 века, необходима подача в Щучинско-Боровскую курортную зону около 15 млн. м³ воды из внешних источников, для компенсации увеличения испарения с водной поверхности и водопотребления на хозяйственные нужды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель / Под общей редакцией Урываева В.А., Выпуск 1, Акмолинская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 790 с.

2. Семенов В.А., Сток рек засушливых территорий – М.: Гидрометеозидат, 1990. – 168 с.

Поступила 21.01.2014

Геогр. ғылымд. канд. В.В. Голубцов
М.Т. Садуокасова
М.Н. Раченков

ЩУЧИНСК-БУРАБАЙ КУРОРТ ЗОНАСЫНЫҢ СУ БАЛАНСЫ ӨЗГЕРУІ ТУРАЛЫ

21 ғасырдың басында Шортан, Бурабай және Үлкен Шабакты көлдерінің су балансы қарастырылады. 20 ғасырдың екінші жартысында су булануының және су тұтынудың көбейуі салдарынан көлдердің көлемі мен деңгейі күрт қысқарғаны көрсетіледі. Көлдегі су деңгейі мен көлемінің азайып кету салдарынан туындаған келеңсіз жағдайларды қалпына келтіру үшін су ресурстарының бағасы беріледі.

УДК 556.18.004.14

Канд. техн. наук

С.П. Шиварева *

М.М. Азнабакиева *

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА И АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СТОК Р. ЕРТИС (ИРТЫШ) В ПРЕДЕЛАХ КАЗАХСТАНА И КИТАЯ*ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТОКА, БЫТОВОЙ СТОК, МЕТОДЫ ОЦЕНКИ, СОКРАЩЕНИЕ СТОКА, АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ*

Приводится метод оценки изменения стока реки Ертыс и её притоков за период инструментальных измерений в пределах Китая и Казахстана в связи с изменением климата. Уменьшение стока по р. Ертыс началось с 1996 г. На границе с Китаем в результате забора воды на его территории, сток за период 2006...2012 гг. уменьшался в среднем на 3,12 км³/год.

Река Ертыс образуется в результате слияния рек Кара Ертыс и Ку-Ертыс, истоки которых находятся в Китайской Народной Республике (КНР) на ледниках юго-западных склонов Монгольского Алтая. До впадения в оз. Зайсан река носит название Кара Ертыс. Длина реки в пределах КНР – 520 км, а площадь водосбора – 50860 км². Её водный режим характеризуется длительным весенне-летним половодьем, в основном, обусловленным таянием высокогорных снегов и ледников. В летний период на основную волну половодья накладываются дождевые паводки с резкими подъемами и спадами. В осенне-зимний период сток носит устойчивый характер и изменяется незначительно [3]. На территории Республики Казахстан (РК) сток р. Кара Ертыс измеряется на гидрологическом посту с. Боран, расположенном недалеко от границы с КНР. Почти весь сток, регистрируемый в створе этого гидрологического поста, формируется в пределах КНР. Нижняя часть бассейна р. Ертыс находится в пределах Российской Федерации (РФ). В табл. 1 приведены гидрологические посты, на которых ведутся наблюдения в зоне формирования стока как на территории РК, так и на территории КНР.

* Казгидромет, г. Алматы

Таблица 1

Список гидрологических постов в верхней части бассейна р. Ертис, расположенных на территории РК и КНР

Пункт наблюдения, река – пост	Период наблюдений, год	Источник данных
Республика Казахстан		
р. Кара Ертис – с. Боран	1938...2012	Казгидромет
р. Ертис – Усть-Каменогорск ГЭС	1903...2012	Казгидромет
Вдхр Буктырма – Буктырминская ГЭС	1961...2012	Казгидромет
р. Бас-Теректы – с. Мойылды	1961...2012	Казгидромет
р. Кальджыр – с. Черняевка	1911...2012	Казгидромет
р. Куршим – с. Вознесенка	1911...2012	Казгидромет
Китайская Народная Республика		
Irtysk – Buerjin	1953...2010	China_gov
Kuyi'ertesi – Fuyun	1956...2010	China_gov
Kayi'ertesi – Kuwei	1956...2010	China_gov
Kelan – Aletai	1958...2010	China_gov
Bu'erjin – Qunkule (II)	1957...2010	China_gov
Haba – Kelatashi (IV)	1957...2010	China_gov

Анализ исторических данных в бассейне р. Ертис на территории РК производился за весь период инструментальных наблюдений, проводимых Казгидрометом. К сожалению, опубликованные сведения, не в полной мере отражают действительные значения основных гидрологических характеристик рек. В некоторые годы, данные о стоке неполные, либо отсутствуют, либо просто не приводятся из-за низкого качества материалов наблюдений на постах или в связи с закрытием гидрологических постов в 1990 годах. Из 19 рассматриваемых гидрологических постов на р. Ертис, данные по которым использованы для определения тенденций изменения стока, лишь три не имеют пропусков в рядах наблюдений – с. Боран, Усть-Каменогорская и Буктырминская ГЭС. С помощью гидрологических расчётов удалось рассчитать сток реки в период отсутствия наблюдений. Например, был составлен 100-летний ряд наблюдений по стоку р. Кальджыр – с. Черняевка [2]. Для этого применялись различные методические разработки. В случаях, когда расходы воды на гидрологических постах измерялись только в весенне-летние месяцы, восстановление среднегодовых расходов воды производилось следующим образом. Имея сумму среднемесячных расходов воды за период половодья (с апреля/мая по сентябрь/октябрь), вычислялось его среднее значение, а затем и коэффициент корреляции со среднегодовыми значениями за те годы, когда данные имелись за весь год. После чего строился график связи, и выводилось

уравнение, по которому и производилось определение недостающих среднегодовых расходов воды.

В случаях, когда данные о стоке за отдельные годы отсутствуют полностью, либо в большую часть месяцев года, при определении бытового стока использовались реки-аналоги. Для этого выбирался одинаковый период наблюдения и вычислялся коэффициент корреляции между среднегодовыми расходами данной реки и реки-аналога, и если он был удовлетворителен, то строился график связи, и выводилось уравнение регрессии. Полученное уравнение уточнялось, и затем по нему определялся среднегодовой расход воды в бытовых условиях.

Оценка изменения исторического стока р. Ертис выполнена тремя методами:

- 1) анализ тренда исторического стока,
- 2) анализ совмещенных разностных интегральных кривых бытового и естественного стока,
- 3) сравнение величин стока различной обеспеченности за два периода: базовый и современный.

На рис. 1...3 показаны тренды изменения стока за весь период наблюдений 1903...2012 гг. на территории РК в пункте р. Ертис – г. Усть-Каменогорск и за один и тот же период 1956...2010 гг. на территории РК (р. Ертис – с. Боран) и на территории КНР Irtysh – Buerjin. Как видно на рис. 2...3, сток р. Ертис имеет тенденцию к снижению как на территории РК, так и на территории КНР. Особенно отмечается снижение стока р. Ертис по пункту г. Усть-Каменогорск (рис. 1).

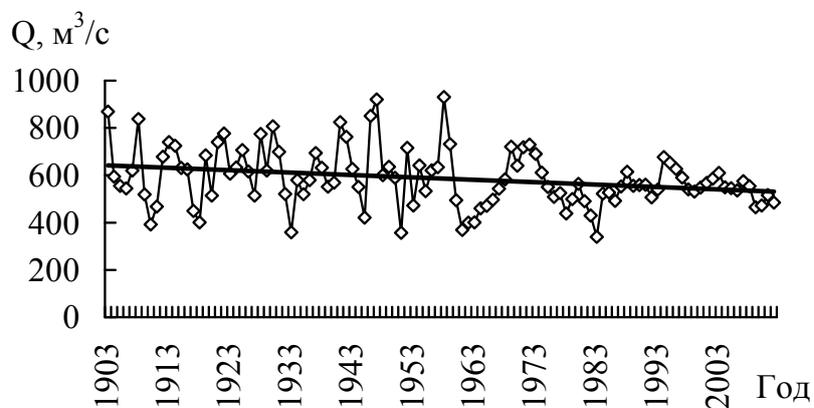


Рис. 1. Тренд изменения бытового стока р. Ертис – г. Усть-Каменогорск (РК) за 1903...2012 г.

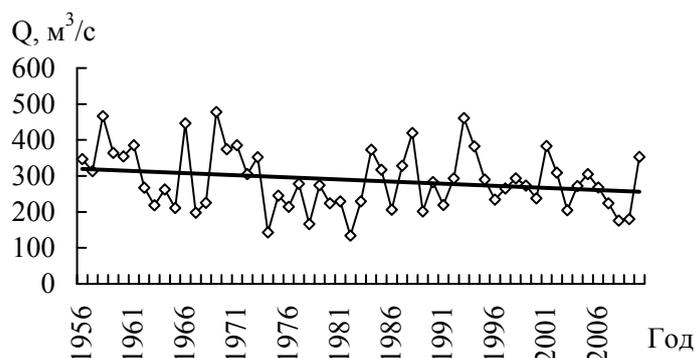


Рис. 2. Тренд изменения бытового стока р. Ертис – с. Боран (РК) за 1956...2010 гг.

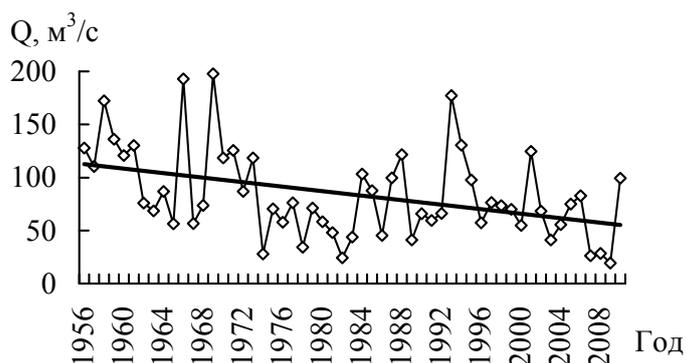


Рис. 3. График бытового стока Irtysh – Bueryjin (KHP) за 1956...2010 гг.

Оценка изменения стока р. Ертис и ее основных притоков за прошедшие годы производилась с помощью интегральных кривых. Эти кривые позволяют выявить в рядах годового стока рек однородные периоды, с целью определения влияния климата и антропогенной деятельности на сток рек.

Восстановление естественного стока производится методом гидрологической аналогии, где в качестве аналогов используются реки, на которых влияние хозяйственной деятельности отсутствует или является незначительным. При отсутствии водопотребления естественный сток в рассматриваемом створе можно принять равным его бытовому значению. Следует отметить, что значительные трудности связаны с восстановлением естественного стока трансграничной р. Ертис, значительная часть бассейна которой находится в пределах КНР и используется в основном для нужд ирригации. Следует отметить, что когда речь идет об условно-естественном стоке, рассматриваются не только его естественные значения, сформировавшиеся под влиянием элементов климата (в первую очередь атмосферных

осадков и температуры воздуха), но и под влиянием исторически сложившегося уровня водопотребления в первой половине 20 века.

Методика восстановления естественного стока р. Ертис – с. Боран была основана на синхронности суммарного стока рек Кальджыр – с. Черняевка и р. Куршим – с. Вознесенка и стока р. Ертис – с. Боран.

На рис. 4 приведены совмещенные разностно-интегральные кривые стока рек Ертис – с. Боран и суммы рек Куршим – с. Вознесенка и Кальджыр – с. Черняевка за период 1938...2012 гг. Параметры этих кривых определялись за период естественного стока (1938...1995 гг.)

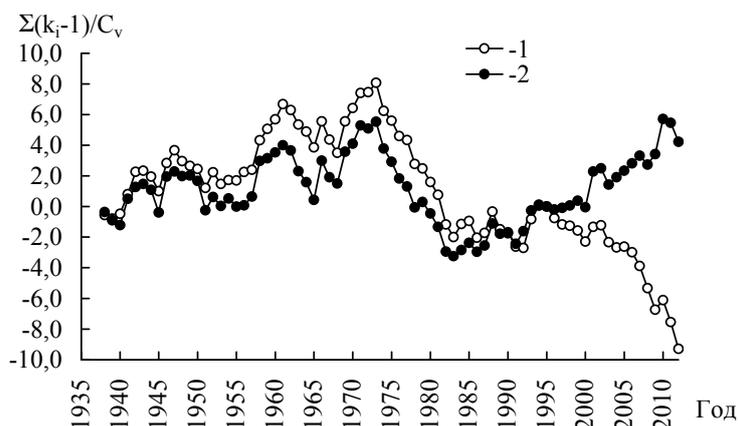


Рис. 4. Совмещенные разностные интегральные кривые стока р. Кара Ертис – с. Боран и суммарного стока рек Кальджыр – с. Черняевка и Куршим – с. Вознесенка за 1938...2012 гг. 1 – условно-естественный сток, 2 – сток при относительно устойчивом водопотреблении.

Анализ этих кривых показал, что за период 1938...1995 гг. наблюдается синхронное изменение стока рассматриваемых рек. Сток за период 1938...1995 гг. по оценкам авторов является естественным. Начиная с 1996 года, синхронность стока р. Ертис – с. Боран и суммы рек Куршим – с. Вознесенка и Кальджыр – с. Черняевка нарушается, что по мнению авторов обусловлено уменьшением стока р. Ертис – с. Боран за 1996...2012 гг. в результате влияния хозяйственной деятельности.

Значения естественного стока р. Ертис – с. Боран, начиная с 1996 г. до 2012 г., были восстановлены, используя его зависимость от суммарного стока рек Кальджыр и Куршим, режим которых за это время не нарушался.

На рис. 5 приведены совмещенные разностные интегральные кривые восстановленного (естественного) и бытового (наблюдаемого) стока р. Кара Ертис – с. Боран.

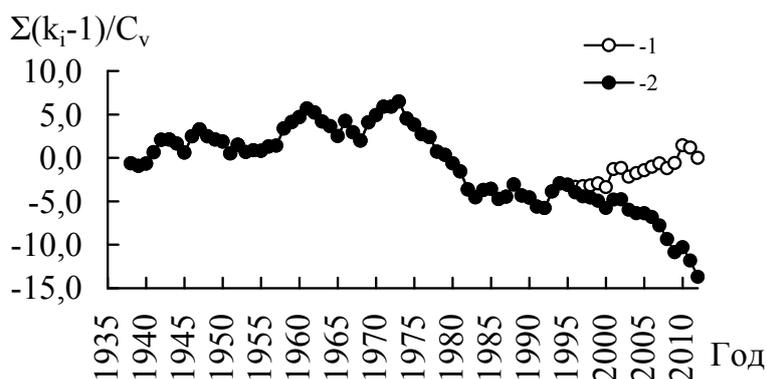


Рис. 5. Совмещенные разностные интегральные кривые восстановленного (естественного) и бытового (наблюденного стока) р. Кара Ертыш – с. Боран за 1938...2012 гг. 1 – условно-естественный сток, 2 – сток при относительно устойчивом водопотреблении.

При построении этих кривых использованы статистические характеристики стока реки в естественных условиях за 1938...2012 гг.: $Q_0 = 305 \text{ м}^3/\text{с}$; $C_v = 0,27$.

Анализ этой кривой показывает, что со второй половины 90-х годов 20 века естественный сток р. Кара Ертыш – с. Боран не уменьшился, а бытовой измеренный сток – уменьшился за счет использования стока в верхней части бассейна на территории КНР. Сопоставление восстановленного естественного и наблюдаемого (бытового) стока показывает, что, начиная с 1996 года естественный сток р. Кара Ертыш – с. Боран превышает его наблюдаемые значения. За 1996...2005 гг. суммарное уменьшение бытового стока составило – $11,2 \text{ км}^3$ или в среднем $1,12 \text{ км}^3/\text{год}$. За 2006...2012 гг. суммарное уменьшение составило $21,8 \text{ км}^3$ или в среднем $3,12 \text{ км}^3/\text{год}$. Таким образом, бытовой сток р. Ертыш на границе с КНР, начиная с 2006 г. по 2012 г., в связи с изменением климата мог бы увеличиться на 30 % , если бы не водозабор на территории КНР [1].

Результаты восстановления естественного стока р. Кара Ертыш – с. Боран представлены на рис. 6. На рис. 6 видно, что естественный сток, отражающий воздействие климата в бассейне р. Ертыш – с Боран, за весь исторический период не имеет тенденции к увеличению, т.е. отмеченное изменение климата в конце прошлого века и начале 21 века ещё не отразилось на естественном стоке р. Ертыш.

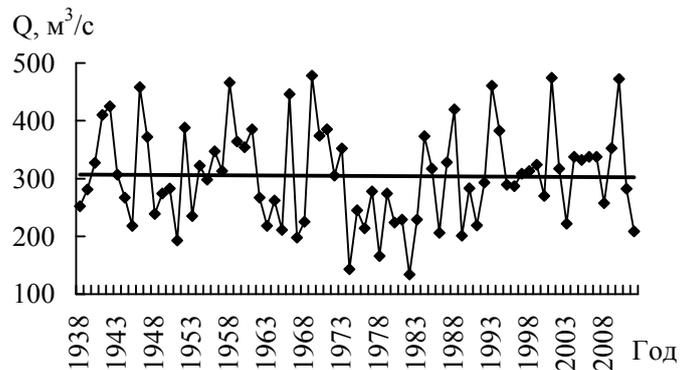


Рис. 6. Тренд естественного стока р. Кара Ерчис в пункте с. Боран с 1938...2012 гг.

Величина естественного стока р. Ерчис у г. Усть-Каменогорска, начиная с 1959 г. до настоящего времени, была восстановлена, используя его зависимость от суммарного стока р. Ерчис – с. Боран, р. Кальджыр – с. Черняевка, р. Кушим – с. Вознесенка и р. Буктырма – с. Лесная Пристань за период 1921...1958 гг. На рис. 7 показаны совмещенные разностно-интегральные кривые бытового и естественного стока р. Ерчис – г. Усть-Каменогорск.

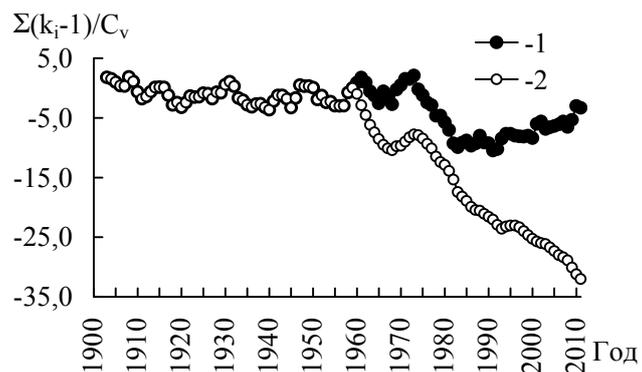


Рис. 7. Совмещенные разностно-интегральные кривые бытового и естественного стока р. Ерчис – г. Усть-Каменогорск с 1903...2012 гг. 1 – условно-естественный сток, 2 – сток при относительно устойчивом водопотреблении.

Как видно на рис. 7 и как было сказано выше, бытовой сток р. Ерчис – г. Усть-Каменогорск имеет тенденцию к снижению. Снижение бытового и естественного стока от 1960 г. до 1983 г. было вызвано созданием в 1959...1960 гг. вышерасположенных Буктырминского и Усть-Каменогорского водохранилищ. Начиная с 1983 г. по 2010 г., как видно на

рис. 7, естественный сток, отражающий влияние климата, не уменьшился, а бытовой сток значительно сократился. Отмеченное сокращение бытового стока, в то время как естественный климатический сток стабилизировался, объясняется тем, что забор воды на территории КНР отразился и на нижерасположенном от границы пункте – г. Усть-Каменогорск. Если бы не было водозабора на территории КНР, то бытовой сток р. Ертис – г. Усть-Каменогорск не имел бы тенденции к снижению.

Воздействие забора воды на территории КНР отразилось и на других нижерасположенных гидрологических постах: р. Ертис – с. Шульба, р. Ертис – с. Семиярка. Величина естественного стока р. Ертис у с. Шульба, начиная с 1959 г. до настоящего времени, была восстановлена, используя его зависимость от суммарного стока р. Ертис – г. Усть-Каменогорск, р. Ульби – с. Ульба Перевалочная и р. Оба – с. Шемонаиха за период 1921...1958 гг. На рис. 8 показаны совмещенные разностно-интегральные кривые бытового и естественного стока р. Ертис у с. Шульба.

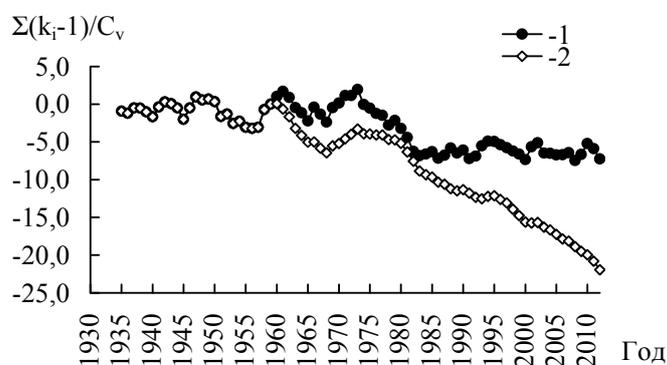


Рис. 8. Совмещенные разностно-интегральные кривые бытового и естественного стока р. Ертис – с. Шульба с 1935...2012 гг. 1 – условно-естественный сток, 2 – сток при относительно устойчивом водопотреблении.

Снижение естественного и бытового стока р. Ертис у с. Шульба, также как и у г. Усть-Каменогорска вызвано созданием Буктырминского и Усть-Каменогорского водохранилищ. Однако, начиная с 1990 г., естественный климатический сток стабилизировался, а бытовой снижается из-за воздействия забора воды на территории КНР.

Естественный сток р. Ертис у с. Семиярка восстанавливался по зависимости его величины от стока р. Ертис у г. Усть-Каменогорска за период 1935...1958 гг. На рис. 9 показаны совмещенные разностно-интегральные кривые бытового и естественного стока р. Ертис у с. Семиярка. Как естест-

венный, так и бытовой сток р. Ертис в самом нижнем створе у с. Семярка, начиная с середины 70-х годов, начал уменьшаться. Только в конце 90-х годов естественный климатический сток стабилизировался, а бытовой сток также как и в вышерасположенных гидрологических пунктах снижается за счёт забора воды на территории КНР.

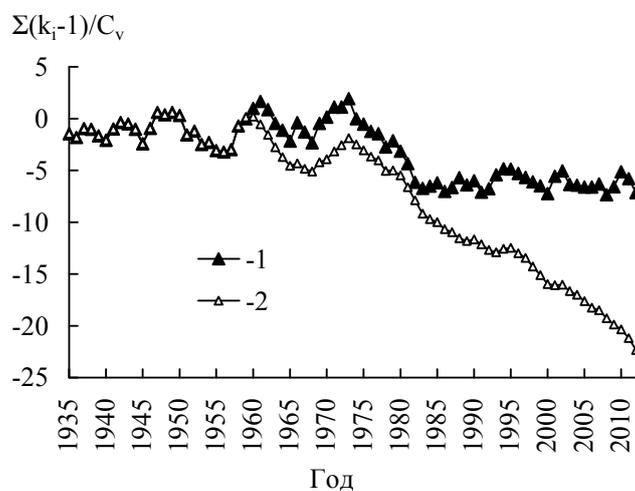


Рис. 9. Совмещенные разностно-интегральные кривые бытового и естественного стока р. Ертис – с. Семярка за 1935...2012 гг. 1 – условно-естественный сток, 2 – сток при относительно устойчивом водопотреблении.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что бытовой (измеренный) сток р. Ертис, начиная от границы КНР до границы с Российской Федерацией, в конце 90-х и начале 2000 годов имеет тенденцию к снижению. На границе КНР сток с 2006...2012 гг. уменьшался в результате забора воды на территории КНР в среднем на 3,12 км³/год. Такое сокращение стока отразилось и на нижерасположенных гидрологических постах.

Восстановленный естественный сток р. Ертис отражает воздействие климата на его формирование. Анализируя хронологический ряд естественного стока р. Ертис за весь период наблюдений, можно утверждать, что изменение климата конца 20 начала 21 в. ещё не оказало существенного влияния на сток на границе с КНР.

На рис. 10...11 приведены разностные интегральные кривые стока рек, бассейна р. Ертис, расположенных на территории КНР. В качестве нормы стока был принят период 1961...1990 гг., соответствующий выбранному базовому периоду метеорологических и гидрологических наблюдений.

Как показывают наблюдаемые данные стока реки Ву'ержин в створе Qunkule, начиная с 1992 г. сток этой реки стал заметно увеличиваться, по сравнению с базовым периодом. По-видимому, это увеличение связано с климатическими изменениями и увеличением количества осадков.

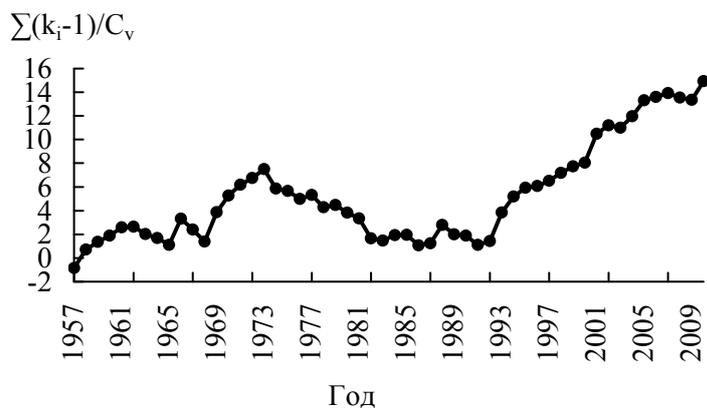


Рис. 10. Разностно-интегральная кривая стока р. Ву'ержин – Qunkule за 1957...2010 гг.

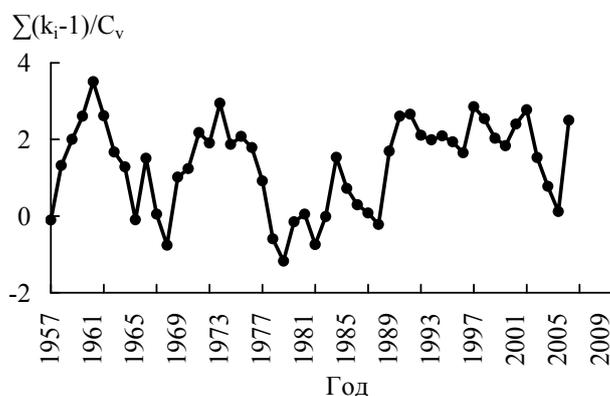


Рис. 11. Разностно-интегральная кривая стока р. Ку'й'ертези – Fuyun за 1957...2010 гг.

Проанализировав разностно-интегральную кривую расходов воды реки Ку'й'ертези в створе Fuyun, можно сделать вывод, что сток данной реки изменяется в пределах нормы за 1961...1990 гг.

На рис. 12 отчетливо прослеживается синхронность изменения количества атмосферных осадков и стока реки Kelan. Начиная с 1993 г. наблюдается существенное повышение стока за счет увеличения количества атмосферных осадков.

Совсем иная картина наблюдается на реке Irtysh – Вуержин (рис. 13).

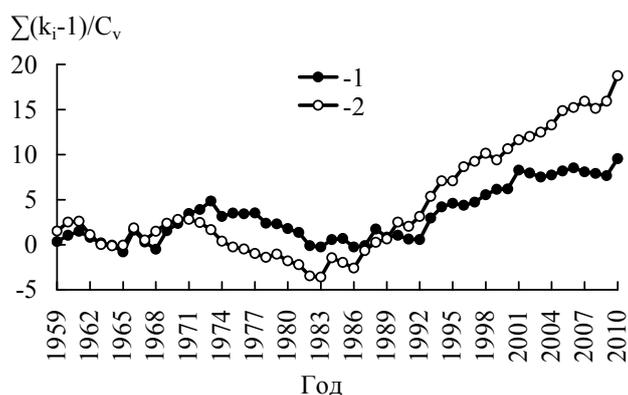


Рис. 12. Совмещенные разностно-интегральные кривые стока воды (1) р. Kelan – Aletai и осадков (2) с 1959...2010 гг.

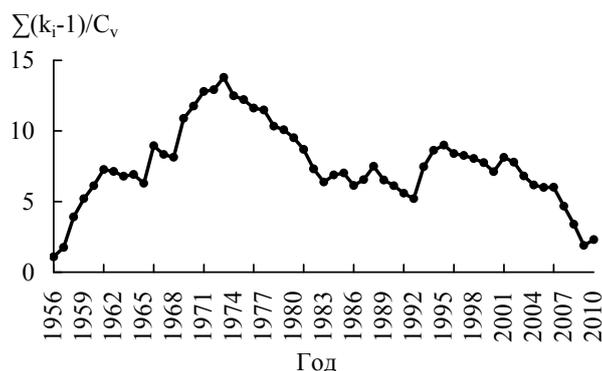


Рис. 13. Разностно-интегральная кривая стока р. Irtysh – Buerjin с 1956...2010 гг.

В отличие от других рек рассматриваемого бассейна (расположенных на территории КНР), на реке Irtysh – Buerjin, начиная с 1996 г., наблюдается значительное сокращение стока, по сравнению с базовым периодом. Учитывая то, что на остальных реках этого бассейна наблюдается либо повышение стока за этот период, либо его колебания в пределах нормы, можно сделать вывод, что уменьшение стока на реке Irtysh – Buerjin вызвано увеличением водопотребления.

Как было показано выше, уменьшение стока р. Ертыс на территории КНР и на территории РК началось с 1996 г. В табл. 2 показано изменение стока р. Ертыс на территории РК за период 1996...201 г. по сравнению с предшествующим периодом. Сток р. Ертыс за последние годы уменьшился на границе КНР на 15,6 % в результате водопотребления на территории КНР, а сток притоков Куршим и Кальджир, где нет хозяйственной деятельности, увеличился.

Таблица 2

Исторический бытовой сток р. Ертис и ее основных притоков

Река – пост	Норма стока, м ³ /с/ период, год	Годовой сток до 1995 г., м ³ /с/период, год	Годовой сток за 1996...2012 гг., м ³ /с	Изменение стока, %
Ертис – с. Боран	289 1938...2012	300 1938...1995	253	-15,6
Ертис – ГЭС Усть-Каменогорская	587 1903...2012	594 1903...1995	547	-7,88
Ертис – с. Семиарка	897 1935...2012	917 1935...1995	827	-9,76
Ертис – г. Павлодар	864 1935...2011	874 1935...1995	809	-7,51
Буктырма – с. Печи	107 1940...2012	109 1940...1995	99,8	-8,26
Оба – г. Шемонаиха	170 1954...2012	182 1954...1995	140	-23,2
Ульби – с. Ульби Перевалочная	95,9 1930...2012	98,7 1930...1995	85,4	-13,5
Куршим – с. Вознесенка	58,9 1911...2012	58,2 1911...1995	62,6	7,73
Кальджыр – с. Черняевка	22,9 1911...2012	22,4 1911...1995	25,0	11,6

В табл. 3 сделано сопоставление стока различной обеспеченности в пунктах р. Ертис – с. Боран (РК) и р. Irtysk – Buerjin (КНР) за базовый (1956...1995 гг.) и современный (1996...2010 гг.) периоды. Как видно сток р. Ертис на границе уменьшился в многоводные годы (5%) на 19,7%, на территории КНР это уменьшение составило 33,9%, также уменьшился сток 50% обеспеченности. Вероятно, это вызвано значительным водозабором на территории КНР.

Таблица 3

Изменение бытового стока (м³/с) различной обеспеченности р. Ертис – с. Боран (РК) и р. Irtysk – Buerjin (КНР) за базовый и современный периоды

Страна	Обеспеченность, %								
	5			50			95		
	1956...1995 гг.	1996...2010 гг.	изменение, %	1956...1995 гг.	1996...2010 гг.	изменение, %	1956...1995 гг.	1996...2010 гг.	изменение, %
РК	462	371	-19,7	286	258	-9,8	163	181	11,0
КНР	174	115	-33,9	84,6	59,4	-29,8	32,9	25,8	-21,6

Уменьшение стока по р. Ертис на территории КНР и на территории РК началось с 1996 г. На границе с КНР сток за период 2006...2012 гг. уменьшался в результате забора воды на территории КНР в среднем на 3,12 км³/год. Такое сокращение стока отразилось и на нижерасположенных гидрологических постах. Наибольшее снижение стока р. Ертис отмечается у с. Семиярка. Здесь на изменение стока оказывают влияние Буктырминское и Усть-Каменогорское водохранилища.

Сток рек бассейна Ертиса, расположенных на территории Китая, с начала 90-х годов 20 века начал существенно повышаться за счет изменения климата и увеличения количества атмосферных осадков. Увеличение стока или его колебания около нормы прослеживается практически на всех исследуемых реках, за исключением реки Irtysh в створе Вuerjin. На этой реке наблюдается значительное сокращение стока, начиная с 1996 г. Это, по-видимому, связано с увеличением забора воды из данной реки на хозяйственные и промышленные нужды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубцов В. В., Азнабакиева М.М. О сокращении стока р. Черный Иртыш – с. Буран в связи с водопотреблением в КНР // Гидрометеорология и экология. – 2012. – №2. – С. 88-93.
2. Голубцов В.В., Ли В.И. Оценка стока р. Кальджир на посту у с. Черняевка по стоку у с. Алтай // Гидрометеорология и экология. – 2012. – № 3. – С. 165-167.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР / Том 13 Центральный и Южный Казахстан. – Вып. 2. Бассейн озера Балхаш. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 644 с.

Поступила 21.01.2014

Техн. ғылымд. канд. С.П. Шиварева
М.М. Азнабакиева

ҚР ЖӘНЕ ҚХР ТЕРРИТОРИЯСЫНЫҢ ШЕГІНДЕГІ ЕРТІС ӨЗЕНІНІҢ АҒЫСЫНА АНТОРОПОГЕНДІ ҚЫЗМЕТТІҢ ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҢ ӘСЕР ЕТУІН АНЫҚТАУ

Климаттың өзеруіне байланысты ҚР және ҚХР территориясының шегіндегі аспаптық өлшеулер кезіндегі Ертіс өзенінің ағысының және оның тарауларының өзреуін бағлау әдісі келтірілген. ҚХР территориясында және ҚР территориясында Ертіс өзенінің ағысының азаюы 1996 ж. басталған. ҚХР шекарада 2006 жылдан 2012 жж. кезінде ҚХР территориясында суды алу нәтижесінде орташа 3,12 км³/жыл азайған.

УДК 556.18.004.14

Канд. техн. наук С.П. Шиварева *
А.В. Галаева *

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА В БАССЕЙНЕ Р. ИЛИ В
ПРЕДЕЛАХ КАЗАХСТАНА И КИТАЯ В СВЯЗИ С
КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ**

ИЗМЕНЕНИЕ СТОКА, ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ, ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА, ВОССТАНОВЛЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННЫЙ СТОК, БАЗОВЫЙ ПЕРИОД

Приводится метод оценки изменения стока р. Или и её притоков за период инструментальных измерений в пределах Китая и Казахстана в связи с изменением климата. Анализ изменения стока р. Или показал, что бытовой сток реки на границе Казахстана и Китая период 1987...2011 годы выше стока базового периода в среднем на 9 %.

Река Или является основной водной артерией бассейна озера Балхаш, образуется от слияния двух рек Текес и Кунгес, берущих начало с ледников Центрального Тянь-Шаня. Общая длина реки составляет 1439 км, в пределах Казахстана – 815 км. Общая площадь бассейна – 140 тыс. км², на территорию Республики Казахстан (РК) приходится 7740 км² [1]. Основная стокоформирующая часть бассейна, находится в пределах территории Синьцзян-Уйгурского автономного района Китайской народной республики (СУАР КНР).

На территории Казахстана в бассейне р. Или большие пространства полностью лишены поверхностного стока. Активной является лишь левобережная зона, где в р. Или со склонов Тянь-Шаня стекает большое количество горных рек: Шарын, Шилик (наиболее крупные реки), Есик, Тургень, Талгар, Каскелен с притоками: Киши и Улкен Алматы (Малая и Большая Алматинки), Курты (сток этих рек в основном формируется на северном склоне Илийского Алатау). Наиболее крупными притоками в правобережной части р. Или являются реки Коргас, Осек и Борохудзир, стекающие с южных склонов Жетысуского Алатау. Вследствие больших потерь стока из-

* Казгидромет, г. Алматы

за забора воды на орошение и фильтрацию, большинство притоков, в том числе Тургенъ, Талгар и Борохудзир не доносят свои воды до р. Или.

К бассейну р. Или относится также ряд мелких водотоков, которые стекают со склонов хребта Кетмень и Шу-Илийских гор. Летом множество этих мелких рек пересыхают и не доходят до русла Или. При впадении в Западный Балхаш р. Или образует разветвленную многоорукавную дельту.

В данной статье оценивается изменение стока р. Или за период инструментальных измерений по длине реки от зоны формирования стока, расположенной на территории КНР, до озера Балхаш. Взаимосвязь стока р. Или с изменением климата исследована путём восстановления естественного стока реки Или на границе КНР и РК, а также на примере анализа стока основных притоков, расположенных как на территории КНР, так и на территории РК, сток которых менее всего подвержен влиянию человеческой деятельности.

Анализ многолетнего изменения речного стока в бассейне Или производился по данным наблюдений на гидрологических постах, расположенных на территории Казахстана и на территории Китая. В табл. 1 приведен список постов, по данным которых проводился анализ изменения стока.

Таблица 1

Список гидрологических постов в бассейне р. Или с периодом наблюдений более 50 лет

Пункт наблюдения, река – пост	Площадь водосбора, км ²	Период, год	Источник данных
Или – 164 км выше Капшагайской ГЭС	85400	1954...2010	РК
Или – уроч. Капшагай	111000	1911...2010	РК
Шарын – уроч. Сарытогай	7370	1932...2010	РК
Шилик – с. Малыбай	4300	1932...2010	РК
Или – Yamadu	49186	1953...2010	China_gov
Текес – Qiafuqihai	27402	1956...2010	China_gov
Кунес – Zeketai	4123	1960...2010	China_gov
Как – Wulasitai	5081	1957...2005	China_gov
Как – Tuohai	8656	1953...2010	China_gov
Piliqing – Piliqing	794	1956...2010	China_gov
Qiedeke – Qiedeke	291	1956...2010	China_gov

В наблюдениях за стоком на указанных гидрометрических постах имеются пропуски наблюдений. Для восстановления пропусков и для расчёта месячного и годового стока р. Или использованы гидрологические методы аналогии. В результате выполненных исследований получены непрерывные ряды значений годового стока р. Или за период 1954...2011 гг.

по двум пунктам наблюдений: 164 км выше Капшагайской ГЭС и с. Ямату. Таким же способом были получены непрерывные ряды наблюдений на гидрологических постах, расположенных на территории РК на притоках р. Или: Шарын, Шилик, Коргас, Осек, Есик и Каскелен.

Для оценки изменения исторического стока р. Или на границе РК и КНР использовались данные измерений на гидрометрическом посту, расположенном на территории СУАР КНР вблизи границы с Республикой Казахстан: с. Ямату.

Оценка изменения исторического стока Или по указанному гидрометрическому посту выполнена тремя методами:

- 1) анализ тренда исторического стока за период 1954...2011 гг.;
- 2) анализ совмещенных разностных интегральных кривых бытового и естественного стока, построенных за весь период по сравнению с базовым периодом;
- 3) сравнение кривых обеспеченности величин стока за два периода: базовый и современный.

На рис. 1 и 2 представлены тренды исторического стока на границе РК и КНР по данным гидрометрического поста р. Или – с. Ямату и исторического стока р. Или – 164 км выше Капшагайской ГЭС, измеренного на территории РК. Как видно из данных рис. 1, за 57 лет исторического стока р. Или – с. Ямату отмечается едва заметный положительный линейный тренд с коэффициентом равным 0,01. На расположенном ниже по течению пункте, р. Или – 164 км выше Капшагайской ГЭС (рис. 2), тренд имеет более значимый коэффициент, равный 0,096. Это объясняется наличием притоков, таких как Шарын и других, сток которых увеличился за счёт деградации оледенения.

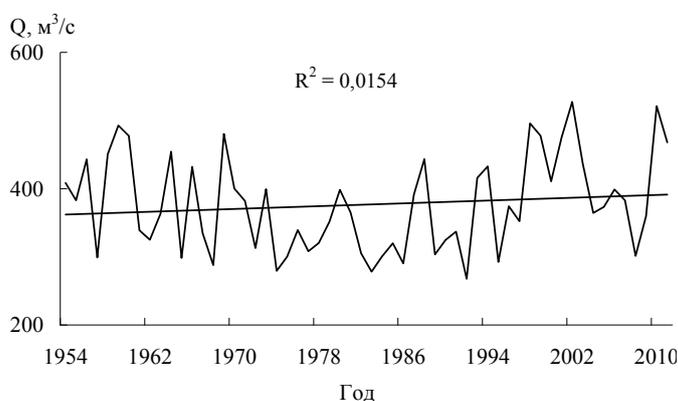


Рис. 1. Тренд изменения стока р. Или – с. Ямату за 1954...2011 гг.

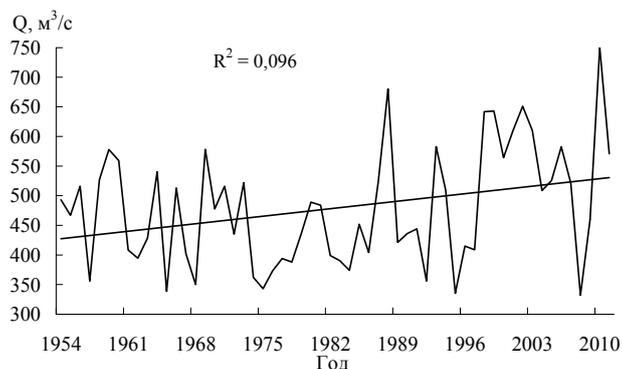


Рис. 2. Тренд изменения стока р. Или – 164 км выше Капшагайской ГЭС за 1954...2011 гг.

Выбраны периоды из исторического ряда наблюдений: 1954...1986 гг. и 1987...2011 гг. Период 1954...1986 гг. принято считать условно базовым, который характеризует климат, сформировавшийся в середине 20 в. Период 1987...2011 гг. – это период, отражающий современное изменение климата.

Для определения границ периодов, а именно конца первого периода – это 1986 г. и начало второго периода – это 1987 г. использовались разностные интегральные кривые. Разностные интегральные кривые необходимы для выявления циклов колебания годового стока. Эти кривые удобны для выбора репрезентативного расчетного периода из длинного ряда наблюдений. Если посмотреть разностную интегральную кривую (рис. 3) суммы пяти рек (Каратал, Коксу, Шарын, Шилик и Тентек), находящихся в бассейне оз. Балхаш и, практически, не имеющих в своих бассейнах хозяйственной деятельности, то можно увидеть, что сток начал меняться, начиная с последних десятилетий прошлого столетия, т.е. с 1987 г. Начиная с середины 80-х годов 20-го века до начала второго десятилетия 21-го века, он существенно увеличился, по сравнению с предшествующим периодом (1932...1986 гг.), вероятно, за счет изменения климата – увеличения увлажнения горных склонов и деградации горного оледенения [2].

При построении совмещенной разностной интегральной кривой р. Или – с. Ямату и суммы пяти рек (рис. 4), отчетливо прослеживается синхронность стока до 1986 г. Асинхронность стока начала наблюдаться с 1987 г. Начиная с этого года, сток по р. Или и вплоть до 1997 г. не увеличивался, тогда, как суммарный сток пяти рек за этот период значительно возрос. Это дает основание полагать, что в этот период было значительное водопотребление в верхней части бассейна р. Или на территории Китая.

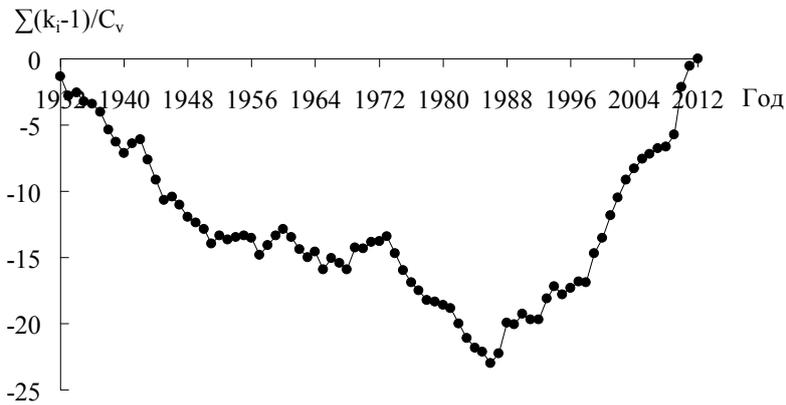


Рис. 3. Разностная интегральная кривая суммарного стока 5-ти рек (Каратал, Коксу, Шилик, Шарын, Тентек).

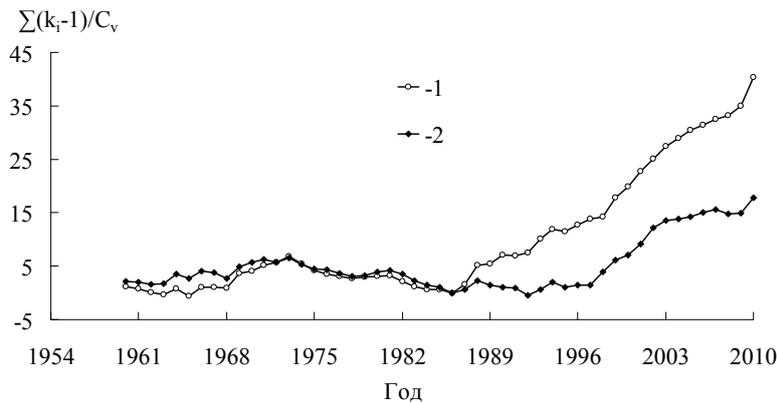


Рис. 4. Совмещенная разностная интегральная кривая суммарного стока пяти рек (1) и стока р. Или – с. Ямату (2).

Для оценки влияния климата на бытовой сток р. Или на границе Казахстана и КНР был восстановлен естественный сток в гидрометрическом створе р. Или – с. Ямату. Восстановление естественного стока производилось по найденной зависимости стока в гидрометрическом створе р. Или – с. Ямату со стоком 5 рек (Каратал, Коксу, Тентек, Шарын, Шилик) за период до 1986 г., когда ещё не было существенного водопотребления стока р. Или на территории КНР (рис. 5).

Оказалось, что эта зависимость имеет высокий коэффициент корреляции ($r = 0,91$). Эту зависимость рекомендуется использовать для восстановления стока р. Или – с. Ямату за период позже 1986 г., когда увеличилось водопотребление стока на территории КНР. Восстановление естественного стока р. Или – с. Ямату производилось по следующему уравнению:

$$y = 1,88x + 26,7,$$

где y – естественный годовой сток р. Или – с. Ямату, Q м³/с; x – суммарный сток 5-ти рек (Каратал, Коксу, Тентек, Шарын, Шилик) за период 1954...1986 гг.

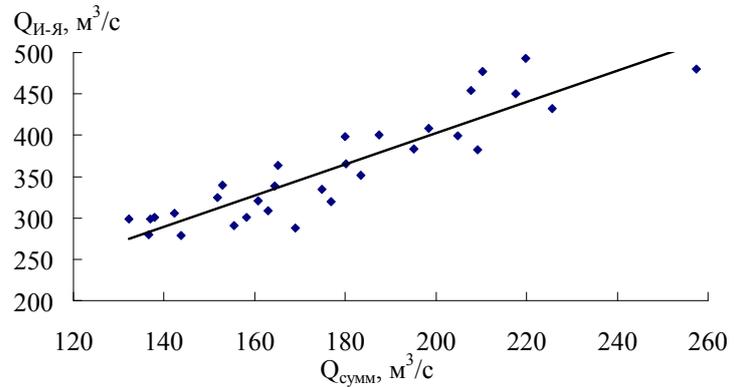


Рис. 5. Зависимость стока р. Или – с. Ямату ($Q_{И-Я}$, м³/с) и суммарного стока 5-ти рек (Каратал, Коксу, Тентек, Шарын, Шилик, $Q_{сумм}$, м³/с) за 1954...1986 гг.

На рис. 6 приведена совмещенная разностная интегральная кривая восстановленного и наблюдаемого бытового стока р. Или в створе с. Ямату за период 1954...2011 гг. Для анализа взаимосвязи климата и речного стока на рис. 6 показаны интегральные кривые температуры воздуха и атмосферных осадков. Как видно, начиная с 1987 г. наблюдается увеличение температуры воздуха и атмосферных осадков, что является причиной увеличения естественного стока р. Или – с. Ямату.

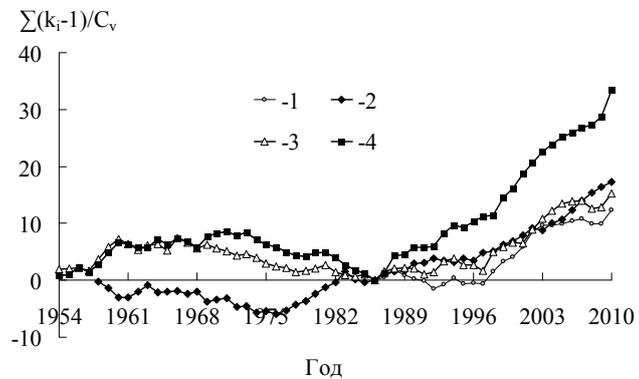


Рис. 6. Совмещенная разностная интегральная кривая естественного (восстановленного) (4) и бытового стока (1) р. Или – с. Ямату за период 1954...2011 гг. и взаимосвязь стока с климатом (2 – температура воздуха, 3 – осадки).

Изменение бытового и естественного стока, приведенное на рис. 6, показывает, что значение естественного стока, начиная с 1987 г., существенно превышает значения стока, наблюдаемого в гидрометрическом створе с. Ямату, расположенном на р. Или на границе. Такое различие наблюденного и естественного стока свидетельствует о том, что, начиная с 1987 г., несмотря на значительные водные ресурсы, сформировавшиеся на территории КНР, Казахстан не получил сток по р. Или по причине увеличенного водопотребления на территории КНР. В среднем за весь период 1987...2010 гг. естественный сток был выше бытового на 50 м³/с. В 1990 г. эта разница составляла 120 м³/с, а в 2010 г. – 139 м³/с.

Рассчитаны кривые обеспеченности расходов воды, измеренных в пункте р. Или – с. Ямату (КНР) за 1954...1986 гг. (базовый период) и 1987...2010 гг. (современный период). Сделано сопоставление расходов воды 5 %, 50 % и 95 % обеспеченности за оба периода. Расход воды на границе КНР и РК в многоводный (5 %), средний (50 %) и маловодный (95 %) годы увеличился в современный период на 9 % по сравнению с базовым периодом. Отмеченное выше увеличение стока по длине р. Или от границы Казахстана и КНР до оз. Балхаш объясняется увеличением стока основных притоков р. Или на территории Казахстана за период 1987...2011 гг. Для выяснения причины превышения стока за период 1987...2011 гг. произведен анализ изменения стока основных притоков р. Или.

В табл. 2 приведены значения среднемноголетнего стока за период с 1954...2011 гг. основных притоков, впадающих в р. Или в пределах территории РК.

Таблица 2

Среднемноголетний сток основных притоков р. Или на территории РК

Период, год	Средний многолетний сток, м ³ /с					
	р. Коргас – с. Баскунчи	р. Шарын – уроч. Сарытогай	р. Осек – с. Талды	р. Шилик – с. Малыбай	р. Есик – г. Есик	р. Каскелен – г. Каскелен
1954...1986	16,3	37,2	17,1	31,6	4,99	4,51
1987...2011	19,0	44,8	20,1	41,6	4,76	3,94
Изменение, %	+16,6	+20,4	+17,5	+31,6	-4,8	-14,5

Как видно в табл. 2, сток основных притоков р. Или с расходом воды более 15 м³/с, превышает сток базового периода, вероятно в связи с

увеличением увлажнения горных склонов и повышением температуры воздуха. На притоках, имеющих расходы воды менее $5 \text{ м}^3/\text{с}$, отмечается уменьшение стока. Увеличение стока р. Шарын – уроч. Сарытогай за последние годы по сравнению с базовым периодом также видно по величине тренда с коэффициентом, равным 0,16. (рис. 7).

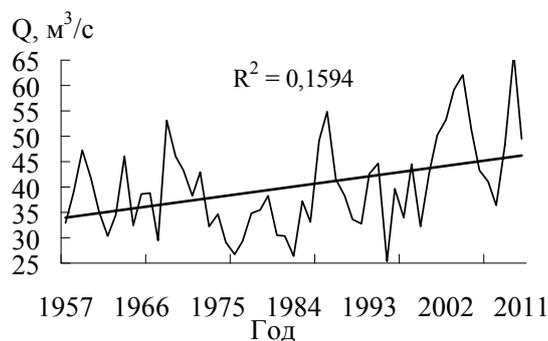


Рис. 7. Тренд изменения стока р. Шарын – уроч. Сарытогай за 1954...2011 гг.

Анализ исторических данных по притокам р. Или производился с помощью интегральных кривых. Эти кривые позволили выявить в рядах годового стока притоков однородные периоды и границу периодов. На рис. 8 и 9 приведены разностные интегральные кривые р. Шарын – уроч. Сарытогай и р. Шилик – с. Малыбай за период с 1929 по 2011 гг.

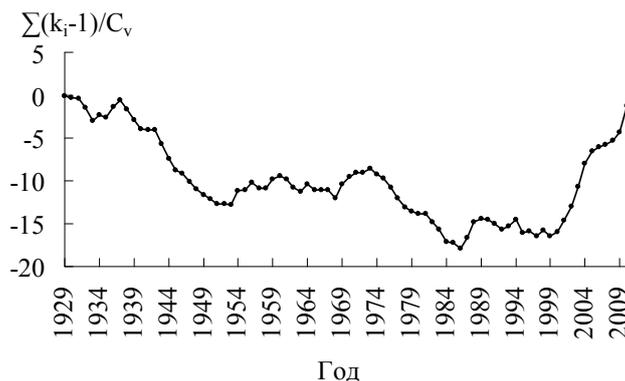


Рис. 8. Разностная интегральная кривая расходов воды р. Шарын - уроч. Сарытогай за 1929...2011 гг.

Эти кривые подтверждают, тот факт, что, начиная с 1987 г. отмечается увеличение стока за счёт изменения климата. Более наглядное отличие одного периода от другого можно видеть на интегральных кривых, представленных на рис.10 и 11. При построении этих кривых использовались среднегодовые значения и коэффициент вариации, определенные только за период 1929...1986 гг., т.е. до 1987 г.

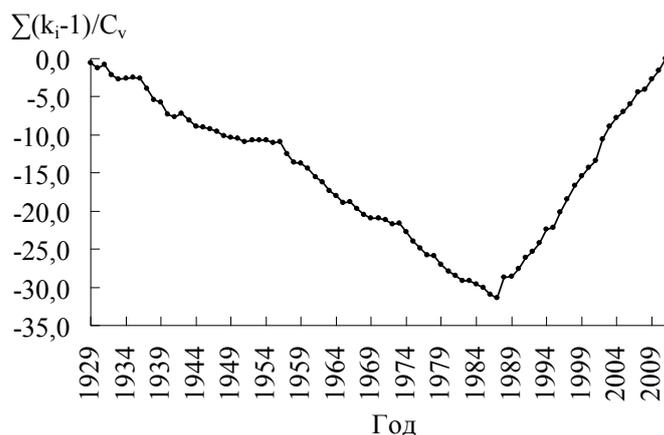


Рис. 9. Разностная интегральная кривая расходов воды р. Шилик – с. Малыбай за 1929...2011 гг.

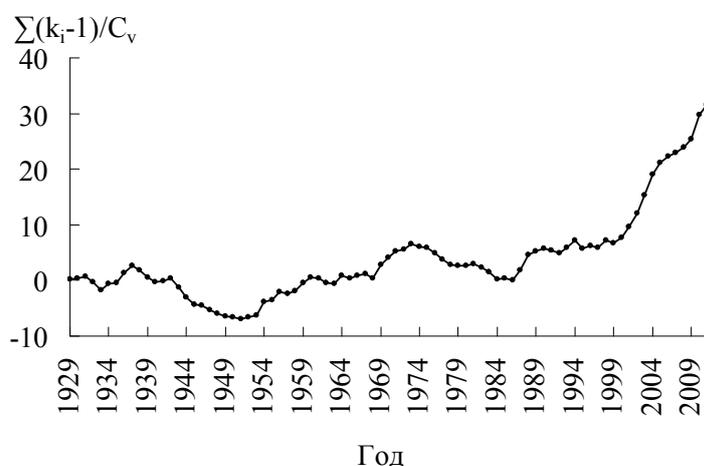


Рис. 10. Разностная интегральная кривая расходов воды р. Шарын – уроч. Сарытогай за 1929...2011 гг. (при среднем значении стока за период с 1929 по 1986 гг.)

Как сказано выше, период 1929...1986 гг. отражает климатические условия 20 века, а второй период 1987...2011 гг. – конец 20 века и начало 21 века, характеризующийся значительными изменениями климата. В этот период в бассейне р. Или наблюдалось значительное повышение температуры воздуха и атмосферных осадков.

Сопоставление среднемноголетнего стока за второй период (1987...2011 гг.) по сравнению с периодом 1929...1986 гг. показало, что сток второго периода выше первого в бассейнах с большей площадью оледенения (табл. 3) [3].

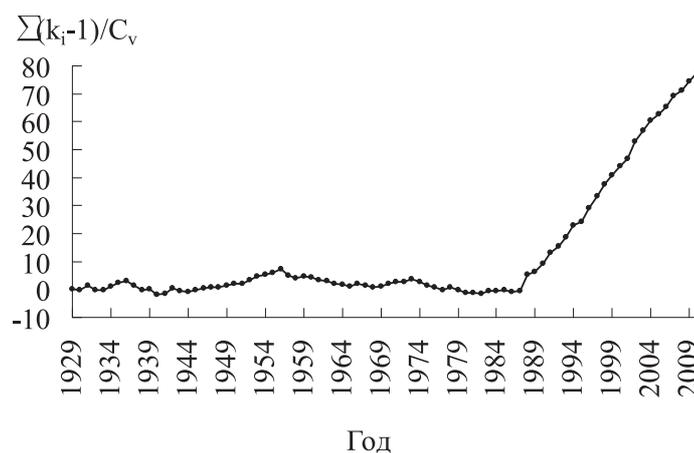


Рис. 11. Разностная интегральная кривая расходов воды р. Шилик – с. Малыбай за 1929...2011 гг. (при среднем значении стока за период с 1929 по 1986 гг.)

Таблица 3

Характеристики стока рек (м³/с) за разные периоды

Река – Пункт	Площадь водосбора, км ²	Площадь оледенения		R ₁ , м ³ /с	R ₂ , м ³ /с	Изменение стока (R ₂ -R ₁)	
		км ²	%			м ³ /с	%
		Коргас – с. Баскунчи	1080	82,7	7,7	16,6	19,0
р.Осек – с. Талды	1220	103	8,4	17,4	20,1	2,60	14,9
р. Шарын – уроч. Сарытогай	7370	143	1,9	35,8	44,8	7,90	22,1
р. Шилик – с. Малыбай	4300	302	7,0	32,1	41,6	9,50	29,6

Примечание: R₁ – средний годовой сток за период 1929...1986 гг., R₂ – средний годовой сток за период 1987...2011 гг.

Наибольшая площадь оледенения отмечена в бассейнах рек Шарын и Шилик, в которых наблюдается в последние годы увеличение стока на 22,1 и 29,6 % по сравнению с предшествующим периодом. Такое увеличение стока объясняется деградацией горного оледенения в рассматриваемом бассейне и увеличением увлажнённости в их бассейнах.

В результате проведенных исследований были определены статистические характеристики годовых значений стока р. Шарын – уроч. Сарытогай, р. Шилик – с. Малыбай, р. Коргас – с. Баскунчи, р. Осек – с. Талды за периоды 1929...1986 гг. и 1987...2011 гг. Сток рек северного склона Илийского Алатау за последний период (1987...2011 гг.) в основном увеличился. Так, по реке Шарын увеличение стока составило около

20 %, а по реке Шилик – 32 %. Коэффициент вариации за тот же период незначительно увеличился.

Анализ изменения стока основных притоков р. Или в пределах Казахстана за период инструментальных измерений показал, что сток основных притоков р. Или за период 1987...2011 гг. выше базового периода в связи с изменением климата.

Для анализа исторических данных притоков р. Или, расположенных на территории КНР, были выбраны посты с наиболее длительным рядом наблюдений: р. Текес – Qiafuqihai и р. Ках – Tuohai. Выявлены тренды увеличения стока этих рек (рис. 12 и 13).

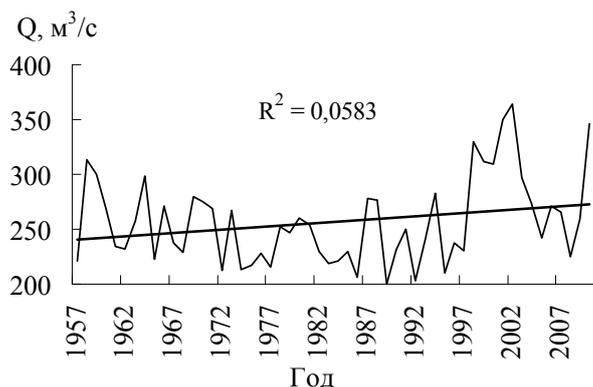


Рис. 12. Тренд изменения стока р. Текес – Qiafuqihai за 1957...2010 гг.

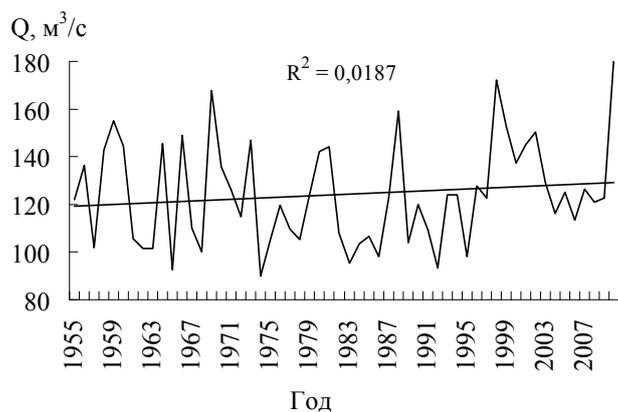


Рис. 13. Тренд изменения стока р. Ках – Tuohai за 1955...2010 гг.

Для выявления циклов колебаний годового стока использовались разностные интегральные кривые. На рис. 14, 15 приведены разностные интегральные кривые речного стока притоков р. Или, находящихся на территории КНР. В качестве нормы стока необходимо выбирать однородный

период, поэтому в нашем случае, в качестве нормы был принят период 1961...1990 гг., соответствующий выбранному базовому периоду метеорологических и гидрологических наблюдений.

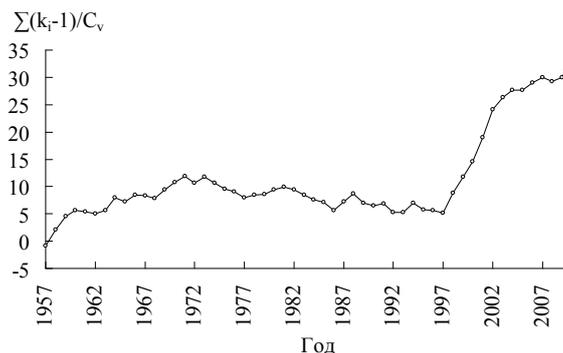


Рис. 14 – Разностная интегральная кривая стока воды р. Текес – Qiafuqihai за 1957...2010 гг.

Как показывают наблюдаемые данные стока р. Текес в створе Qiafuqihai, начиная с 1998 г. сток рассматриваемой реки начал увеличиваться. По-видимому, это увеличение связано с климатическими изменениями и увеличением количества осадков.

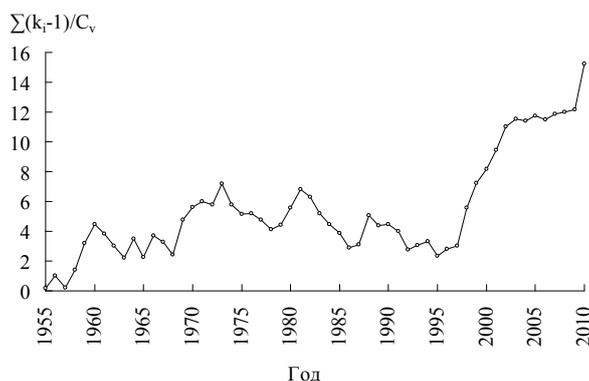


Рис. 15 – Разностная интегральная кривая сток воды р. Ках - Туоһаі за 1955...2010 гг.

Анализируя разностную интегральную кривую стока р. Ках в створе Туоһаі, можно сделать вывод, что сток этой реки начал значительно увеличиваться, начиная с 1996 г. вплоть до 2010 г.

В результате анализа исторических данных притоков р. Или как на территории РК, так и на территории КНР установлено, что сток притоков увеличился в связи с изменением климата. На территории РК это увеличение стало заметным с 1987 г., а на территории КНР – с 1996 г. Увеличение

стока притоков не дало существенного увеличения стока самой р. Или из-за возрастающего водозабора в бассейне р. Или на территории КНР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья. – СПб: Гидрометеоиздат, 1995. – 269 с.
2. Голубцов В.В., Линейцева А.В. Поступление воды в реку Каратал за счет деградации горного оледенения // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №4. – С. 101-107.
3. Линейцева А.В. Современное поступление речного стока в Восточный Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2010. – №1. – С. 109-115.

Поступила 21.01.2014

Техн. ғылымд. канд. С.П. Шиварева
А.В. Галаева

ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ ҚР ЖӘНЕ ҚХР ШЕГІНДЕГІ КЛИМАТТЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРГЕ БАЙЛАНЫСТЫ АҒЫННЫҢ ӨЗГЕРІСІНІҢ САРАПТАМАСЫ

Климаттың өзгеруіне байланысты ҚР және ҚХР шегіндегі аспаптық өлшеулер кезіндегі Іле өзенінің ағысының және оның тарауларының өзгерісін бағалаудың әдістері келтірілген. Аспапты өлшеулер кезіндегі Іле өзенінің ағысының өзгерісінің сараптамасы келесіні көрсетті, Іле өзенінің тұрмыстық ағыны қазақстан шекарасымен ҚХР территориясында 1987 жылдан 2011 жылға дейін негізгі кезеңен ағыстың биіктігі орташа 9 %.

ӘӨЖ 519.16:556.072

Геогр. ғылымд. докторы С.К. Давлетғалиев*
Т.М. Казакбаева*

**ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ НЕГІЗГІ ӨЗЕНДЕРІНІҢ СУЫ МОЛ
ЖӘНЕ СУЫ ТАПШЫ ЖЫЛДАРЫ АҒЫНДЫ МӨЛШЕРІНІҢ
ҰЗАҚТЫЛЫҒЫН ЖӘНЕ ҚАЙТАЛАНҒЫШТЫҒЫН БАҒАЛАУ**

*ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ, ВАРИАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТІ,
АСИММЕТРИЯ КОЭФФИЦИЕНТІ, КОРРЕЛЯЦИЯ
КОЭФФИЦИЕНТІ, ҮЛЕСТІРІМ ҚИСЫҒЫ, МОДЕЛЬДЕНГЕН
ҚАТАР, ҚАМТАМАСЫЗДЫҚ ҚИСЫҒЫ, ЭМПИРИКАЛЫҚ ҚИСЫҚ,
ҮЛЕСТІРІМ ҚИСЫҒЫ*

Аудандағы төрт өзендердің модельденген қатарлары негізінде суы мол және тапшылық кезеңдердің ұзақтылығы пен қайталанғыштығы бағаланған. Сулылығы әртүрлі жылдар топтарына сәйкес суы мол және тапшылық жылдарға эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары тұрғызылған.

Жылдық ағындының көпжылдық тербелмелілігі суы мол және тапшылық жылдардың ауыспалылығымен сипатталады. Су шаруашылығы саласында негізінен суы мол және тапшылық жылдардың ұзақтылығының бағалау қажет. Бұл мәселе көбінде құрғақ аудандар үшін, сонымен қатар Қазақстанның жазық және шығыс бөлігі үшін аса маңызды болып табылады. Себебі осы аудандарда жылдық ағындының ауыспалылығы көптеп байқалады. Жалдық ағынды тербелісінің қолда бар хронологиялық деректер ұзақтылығы аз болғандықтан, олардың көмегімен ағынды тербелісінің қайталанғыштығын бағалау мүмкін емес.

Көпжылдық ағынды үшін алынған мәліметтердің ауыспалылығынан суы мол және тапшылық кезеңдегі қатарлар үшін болашақта қайталанғыштықты көруге болады. Бірақ, ағынды мөлшерінің барынша ұзақ қатарлары да барынша мүмкін болатын сулылық мәндері топтарын көрсете алмайды. Сонымен бірге, егер ағынды өзгешелігі көп болып және бақылау кезеңі аз болса, онда соғұрлым негізгі қатарда суы мол және тапшылық жылдары үшін репрезентативті болып келеді [1].

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

Әр түрлі жыл үшін сулылықтың мінездемесі жасанды модельді қатарлар көмегімен статистикалық әдіспен тексеріледі. Бұл әдіс «Монте-Карло» атауымен бірінші рет ССРО-де Г.Г. Сванидзенің қолданылуымен 1960 жылы су шаруашылық есептеулер үшін қолданылған.

Гидрологиялық қатарға байланысты статистикалық әдістің негізгі идеясы модель жасау және де оның параметрлері алғашқы гидрологиялық қатардың параметрлерінің сәйкес келуі. Модельденген қатарды тұрғызуда негізгі параметрлері ағынның орташа мәні, вариация коэффициенті, асимметрия және корреляция коэффициенті болып табылады. Модельденген қатар бұл параметрлердің мәндерін құптай алмайды. Олардың өлшемдерін натуралды гидрологиялық қатарлар мен немесе зерттелмеген өзендердің мәндері бойынша есептелінеді. Осы параметрлердің көмегімен және соларға сай жылдық ағынның үлестірім қисықтарының көмегімен (көбінесе Крицкий Менкель үлестірім қисығы қолданылады) жылдық ағынның қатарлар модельдеуі жүргізіледі [2].

Модельденген қатар (натуралды қатар сияқты) негізінен ағынның циклдық ауыспалылығын көрсетеді, бірақ соңғыларға карағанда кез-келген қайталанғыштық үшін есептеліне алады. Есептелінген қатар ұзынырақ болса, соғұрлым ол болатын сандар циклін қамтиды. Модельденген қатар өзінің үлкен қайталанғыштығымен көбінде сирек кездесетін ағынды мәндерін зерттеуге көмектеседі. Бұл үлкен дәлдікпен әр түрлі дәлділік үшін периодтардың ұзақтылығы мен қайталанғыштығын көрсетеді. Осындай модельденген қатарды тұрғызу мақсатында бұл жұмыста канондық модельдеу жүйесі алынған [1]. Бұл жағдайда ағынды көрсеткіштері корреляцияланбаған кездейсоқ шамалар түрінде беріледі:

$$Q(t_k) = m_Q(t_k) + \sum \varphi_v(t_k) \cdot V_v,$$

мұндағы V_v – математикалық күтімі нолге тең, корреляцияланбаған кездейсоқ шамалар; $\varphi_v(t_k)$ – кейбір (кездейсоқ емес) шамалар; $m_Q(t_k)$ – $Q(t)$ функциясының математикалық күтімі; V_v кездейсоқ шамасын канондық жіктеу коэффициенті деп атаса, $\varphi_v(t_k)$ шамалары координаттық функциялар болып табылады, $m_Q(t_k)$ мәндері мен $\varphi_v(t_k)$ координаттық функциялары бақылау мәліметтері бойынша анықталады [3].

Қарастырылып отырған аумақ өзендері ағынды мөлшерлерін модельдеу мақсатында 1940...2010 жылдар мәліметтері алынып, модельденді. Модельденген қатардың ұзындығы – 1000 жыл.

Модельденген қатардың сенімділігі мен сапасын байқалған және модельденген жылдардың статистикалық мәліметтері кестесінен көре аламыз (кесте).

Кесте

Байқалған және модельденген қатарлар үшін ағынды мәндерінің статистикалық көрсеткіштері

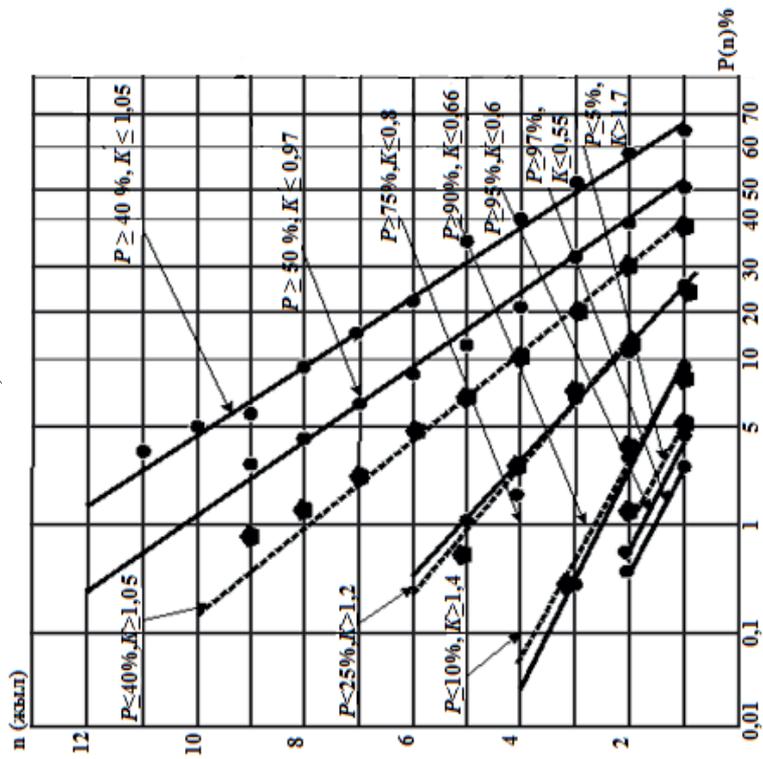
Бекеттер	Байқалған жылдар үшін			Модельденген жылдар үшін		
	Q_{opt}	C_v	C_s	Q_{opt}	C_v	C_s
Ертіс өзені – Боран бекеті	294	0,28	0,56	294	0,28	0,62
Бұқтырма өзені – Лесная бекеті	219	0,23	0,46	217	0,23	0,45
Үлбі өзені – Үлбі бекеті	96,9	0,26	0,52	96	0,26	0,59
Ұба өзені – Шемонаиха бекеті	172	0,25	0,52	170	0,25	0,60

Жоғарыдағы кесте мәліметтерінен математикалық күтім, ассиметрия және вариация коэффициенттерінің байқалған мәндер мен модельденген қатардың параметрлеріне сәйкес келетінін көруге болады. Егер корреляция коэффициенті жоғары болған жағдайда модельденген қатардың ұзындығы 5000...10000 жыл болуы керек. Біздің жағдайымызда суы мол және суы тапшы жылдардың ұзақтылығы мен қайталанғыштығын анықтау мақсатында тәжірибелік дәлдіктегі статистикалық мәліметтер байқалатын 1000 жылдық қатар жеткілікті болып табылады.

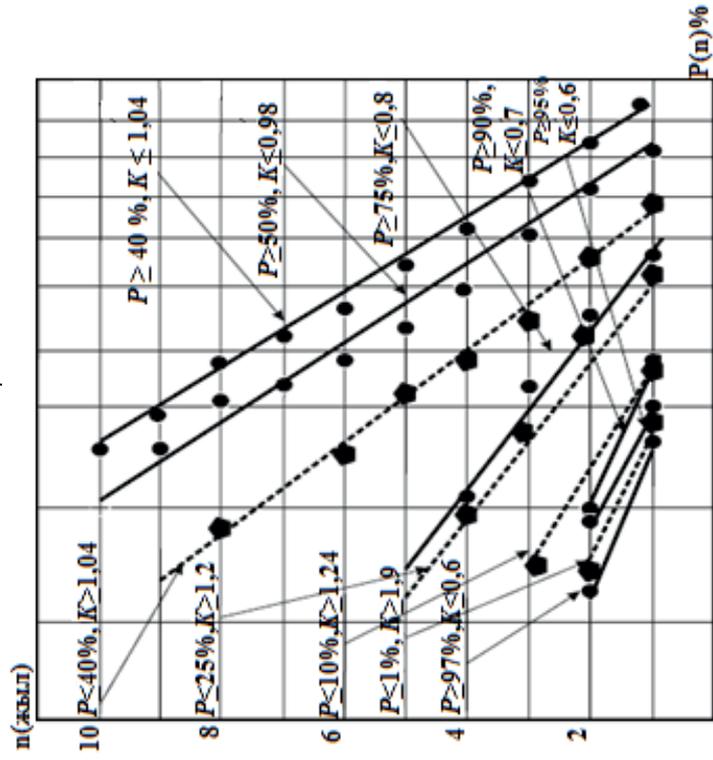
Модельденген 1000 жылдық қатар мәліметтері көмегімен Шығыс Қазақстанның негізгі Ертіс, Бұқтырма, Үлбі және Ұба өзендері үшін суы мол және суы тапшы жылдардың топтары есептелді [4].

Әр түрлі қатар үшін кестелер көмегімен n жыл үшін қамтамасыздық қисықтары тұрғызылады. Мысалы, Ертіс өзені – Боран бекеті бойынша су тапшылық кезең үшін $n = 5$ жыл болса, оның қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,05$, ол эмпирикалық қисық бойынша (сурет 1а) 30%-ға ие. Ол дегеніміз, 100 жылдың 30 жылы немесе 1000 жылдан 300 жыл ішіндегі 10 жыл су тапшылық кезеңге ие бола алады. Яғни, 100 жыл кезеңінде бұндай су тапшылық бестік кезеңде 3 рет кездесуі мүмкін. Дәл сол сияқты осы эмпирикалық қисықтан кестеге сәйкес суы мол кезеңдер ұзындығы 4 жылға тең $P \leq 5\%$, $K \geq 1,17$ сәйкес 4 жылдық мәнін қамтамасыздық қисығынан қарап алатын болсақ – 3%, басқаша айтқанда 100 жылдық мерзімде оның үлесіне орташа 3 жыл келеді. Ал 1000 жылдық қатардың 30 жылы су тапшылық кезеңде болуы мүмкін, кемінде 3 жыл қатарынан.

а)



б)



Сур. 1. Модельденген жылдар қатары бойынша ($n = 1000$) суы мол (—) және суы аз (---) жылдарда сулылықтың түрлі мәндерінің эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары; а) Ертіс өзені – Боран бекеті; б) Үлбі өзені – Үлбі бекет.

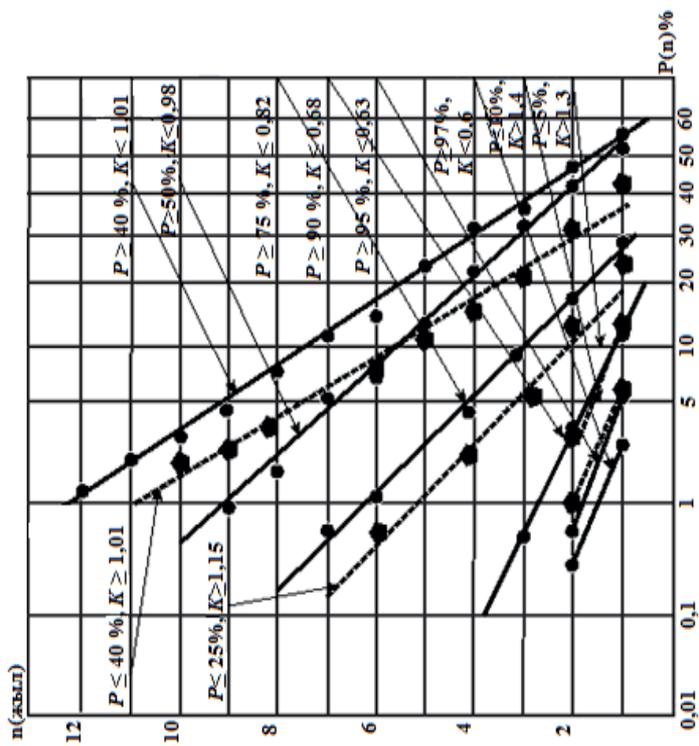
Осы сияқты Үлбі өзені – Үлбі бекеті бойынша су тапшылық кезең үшін $n = 6$ жыл болса, оның қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,04$, ол эмпирикалық қисық бойынша (сурет 1б) 18%-ға ие. Ол дегеніміз, 100 жылдың 18 жылы немесе 1000 жылдан 180 жыл ішіндегі 6 жыл су тапшылық кезеңге ие бола алады. Яғни, 100 жыл кезеңінде бұндай су тапшылық алтылық кезеңде 3 рет кездесуі мүмкін. Ал енді осы эмпирикалық қисықтан кестемізге сәйкес су тапшылық мерзімдер ұзындығы 7 жылға тең $P \geq 50\%$, $K \leq 0,98$ сәйкес 7 жылдық мәнін қамтамасыздық қисығынан қарап алатын болсақ – 7%, басқаша айтқанда 100 жылдық мерзімде оның үлесіне орташа 7 жыл келеді. Ал 1000 жылдық қатардың 70 жылы су тапшылық кезеңде болуы мүмкін, кемінде 7 жыл қатарынан.

Ал Оба өзені – Шемонаиха бекеті мысалы бойынша су тапшылық кезең үшін $n = 5$ жыл болса, оның қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,01$, ол эмпирикалық қисық бойынша (сурет 2а) 24%-ға ие. Ол дегеніміз, 100 жылдың 24 жылы немесе 1000 жылдан 240 жыл ішіндегі 10 жыл су тапшылық кезеңге ие бола алады. Яғни, 100 жыл кезеңінде бұндай су тапшылық бестік кезеңде кемінде 2...3 рет кездесуі мүмкін. Дәл сол сияқты осы эмпирикалық қисықтан кестеге сәйкес суы мол кезеңдер ұзындығы 4 жылға тең $P \leq 5\%$, $K \geq 1,7$ сәйкес 2 жылдық мәнін қамтамасыздық қисығынан қарап алатын болсақ – 1%, басқаша айтқанда 100 жылдық мерзімде оның үлесіне орташа 1 жыл келеді. Ал 1000 жылдық қатардың 10 жылы су тапшылық кезеңде кемінде 1...2 жыл қатарынан болуы мүмкін екекнін көрсетеді.

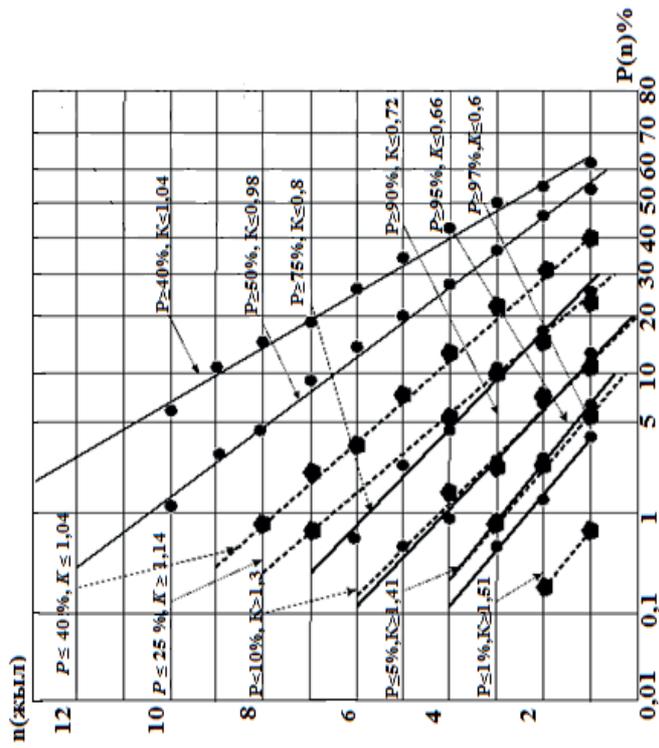
Сол сияқты Бұқтырма өзені – Лесная пристань бекетіне назар салар болсақ, бекет бойынша су тапшылық кезең үшін $n = 9$ жыл болса, оның қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,04$, ол эмпирикалық қисық бойынша (сурет 2б) 8%-ға ие. Ол дегеніміз, 100 жылдың 8 жылы немесе 1000 жылдан 80 жыл ішіндегі 9 жыл су тапшылық кезеңге ие бола алады. Яғни, 100 жыл кезеңінде бұндай су тапшылық тоғыздық кезеңде әрет кездесуі мүмкін. Ал енді осы эмпирикалық қисықтан кестемізге сәйкес су тапшылық мерзімдер ұзындығы 7 жылға тең $P \leq 10\%$, $K \geq 1,3$ сәйкес 3 жылдық мәнін қамтамасыздық қисығынан қарап алатын болсақ – 3%, басқаша айтқанда 100 жылдық мерзімде оның үлесіне орташа 3 жыл келеді. Ал 1000 жылдық қатардың 30 жылы су тапшылық кезеңде кемінде 3 жыл қатарынан болу ықтималдылығын көреміз.

Қамтамасыздығы $P \geq 40\%$, $n = 14$ жыл болатын суы аз жылдардың 100 жылдық мезетте тек екі өзенде ғана байқалған: Бұқтырма және Оба өзендері. Қалған өзендерде 10 жылдық топтар тек 1000 жылдық топтарда көрсетіледі.

а)



б)



Сур. 2. Модельденген жылдар қатары бойынша ($n = 1000$) суы мол (—) және суы аз (---) жылдарда сулылықтың түрлі мәндерінің эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары; а) Оба өзені – Шемонаиха бекеті; б) Бұқтырма өзені – Лесная пристань бекеті.

Осы алынған қамтамасыздық қисықтарының көмегімен белгілі жылдар үшін молшылық кезеңді көрсете алуға болады. Осы әдісті барлық берілген өзендер үшін қолданып, негізінен берілген жұмыстың мақсатын қарастырып табамыз, нәтижесін қамтамасыздық қисықтар көмегімен көрсететін боламыз.

Осылайша, 1000 жыл ұзақтықтағы жылдық ағынды үлестірімінің моделденген қатары арқылы сушаруашылық зерттеулерінің репрезентативтілігін жоғарылататын суы мол және суы аз жылдардың ұзақтылығының қамтамасыздығының қайталанғыштығын зерттеу сушаруашылық зерттеулер үшін өте маңызды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бусалаев И.В., Давлетғалиев С.К. Куперман И.Г. Моделирование гидрографа стока методом канонического разложения // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. – 1973. – Вып. 10. – С. 143-152.
2. Давлетғалиев С.К., Саркытбаева А.Ж. Оценка длительности и повторяемости маловодных и многоводных периодов рек Жайык-Жемского района // Вопросы географии и геоэкологии. – 2010. – №1. – С. 20-25.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – М.: Гидрометеиздат, 1965. – Т. 15. – Вып. 1. – 224 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т. 12, Вып. 3. Актыобинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 515 с.

Поступила 13.01.2014

Доктор геогр. наук С.К. Давлетғалиев
Т.М. Казакбаева

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ И ПОВТОРЯЕМОСТИ МАЛОВОДНЫХ И МНОГОВОДНЫХ ПЕРИОДОВ ОСНОВНЫХ РЕК ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

На основе смоделированных рядов четырех рек района дана оценка длительности и повторяемости маловодных и многоводных периодов. Приведены эмпирические обеспеченности группировок маловодных и многоводных лет для различных значений водности.

УДК 556.048+556,06

Доктор геогр. наук С.К. Давлетгалиев *
А.Ж. Достоева *

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЯДОВ ВЕСЕННЕГО СТОКА РЕК ЖАЙЫК-КАСПИЙСКОГО БАСЕЙНА

ДОПУСТИМАЯ ПОГРЕШНОСТЬ, РЕКА-АНАЛОГ, УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ

Статья посвящена восстановлению весеннего стока рек Жайык-Каспийского бассейна. За расчетный период принят 1940...2010 гг. Восстановление весеннего стока произведено в соответствии с требованиями нормативного документа.

Введение. Расчет режимных характеристик весеннего стока рек в пределах допустимой погрешности ($\sigma_Q \leq 5...10\%$, $\sigma_{C_v} \leq 15\%$) сопровождается удлинением (восстановлением) существующих рядов наблюдений, так как на реках Жайык-Каспийского бассейна наблюдения за весенним стоком в основном отсутствуют. В этих условиях возникает необходимость восстановления пропущенных величин стока, т.е. необходима реконструкция рядов характеристик весеннего стока с привлечением данных наблюдений пунктов-аналогов.

Согласно «Определению ОГХ СП 33-101.2003» [4] при выборе рек-аналогов необходимо учитывать следующие условия:

- однотипность стока реки-аналога и исследуемой реки;
- однородность условий формирования стока, сходство климатических условий, однотипность почв (грунтов) и гидрогеологических условий, близкую степень озерности, залесенности, заболоченности и распаханности водосборов;
- географическую близость расположения водосборов;
- средние высоты водосборов не должны существенно отличаться, для горных и полугорных районов следует учитывать экспозицию склона и гипсометрию;
- отсутствие факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование стока, сбросы воды, изъятие стока на орошение и другие нужды).

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

При расчете параметров стока за отдельные годы с использованием аналитических методов, должны соблюдаться следующие условия:

$$n' \geq 6 \dots 10, R \geq R_{кр}, \frac{R}{\sigma_R} \geq A_{кр}, \frac{K}{\sigma_K} \geq B_{кр}, \quad (1)$$

где n' – число совместных лет наблюдений в приводимом пункте и пункте-аналоге ($n' \geq 6$ при одном аналоге, $n' \geq 10$ при двух и более аналогах); R – коэффициент парной или множественной корреляции между значениями стока исследуемой реки и значениями стока в пункте-аналоге; K – коэффициент уравнения регрессии; σ_K – средняя квадратическая погрешность коэффициента регрессии; $R_{кр}$ – критическое значение коэффициента парной или множественной корреляции (обычно задается $\geq 0,70$); $A_{кр}$, $B_{кр}$ – критические значения отношений $\frac{R}{\sigma_R}$ и $\frac{K}{\sigma_K}$ соответственно (обычно задается $\geq 2,0$).

Если хотя бы один из коэффициентов уравнения регрессии не удовлетворяет условию (1), то это уравнение не используется для приведения к многолетнему периоду.

В слабо изученном в гидрологическом отношении районе $R_{кр}$, $A_{кр}$ и $B_{кр}$ могут быть уменьшены, а в хорошо изученном – увеличены [3, 4].

Реконструкция рядов весеннего стока. В районе Жайык-Каспийского (Урало-Каспийского) бассейна функционировало более сотни пунктов наблюдений за режимом стока с продолжительностью от 1 года до 85 лет. Но, к сожалению, в бассейне нет ни одной реки, имеющей непрерывный ряд наблюдений, включая такие крупные реки, как Жайык (Урал), Елек и Жем. К примеру, на р. Жайык – с. Кушум и р. Жайык – с. Махамбет отсутствуют данные о весеннем стоке за 1999 и 1942 гг. Почти на всех реках района величина годового стока в 1998...1999 гг. не определялась. Сведения о стоке рек рассматриваемого бассейна получены из архивных и фондовых материалов УГКС КазССР, РГП «Казгидромет», из опубликованных кадастровых материалов [1]. Восстановление весеннего стока выполнено по 70-ти рекам. Результаты расчета по отдельным рекам приведены в табл.

Таблица

Восстановленные ряды весеннего стока рек Жайык-Каспийского бассейна

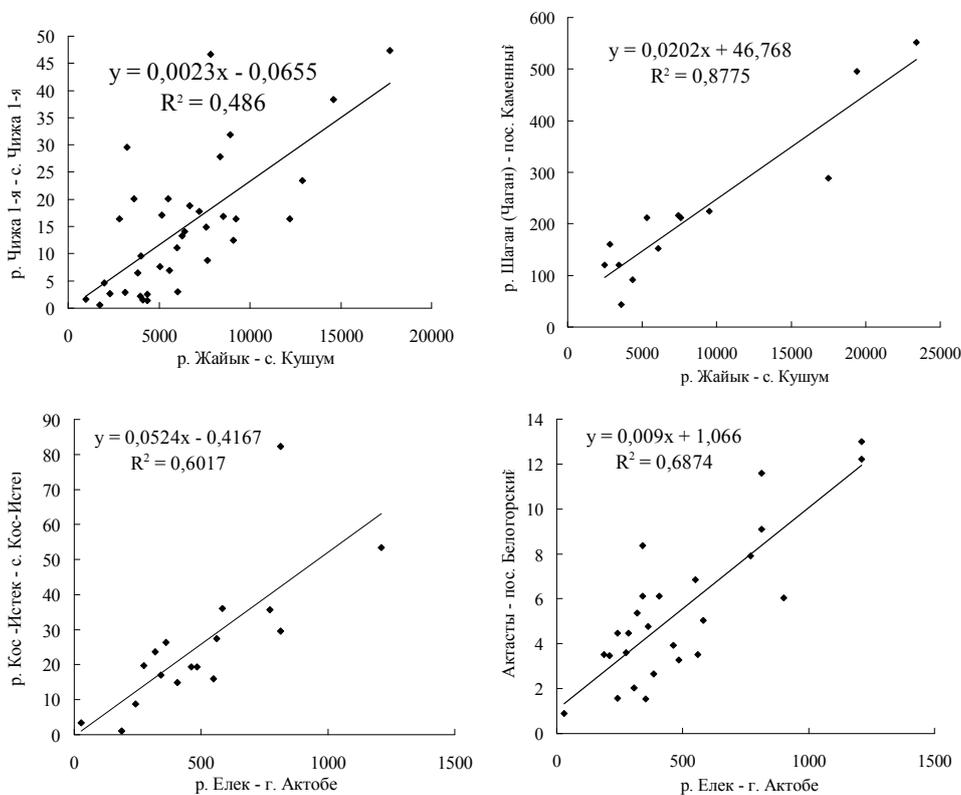
F, км ²	Уравнение регрессии	Год, за который восстановлен сток	Парный коэффициент корреляции	Река-аналог
<i>р. Чижа 1-я – с. Чижа 1-я</i>				
484 (509)	$y = 0,002x + 5,29$	1940...1957, 1989, 1994...1995, 1998...2001, 2006, 2008...2009	0,76	р. Жайык – с. Кушум
<i>р. Орь – с. Енбекши</i>				
<u>1620</u> 60	$y = 0,063x - 0,208$	1940...1967, 1970, 1980, 1987...1990, 1992...2010	0,80	р. Елек – г. Актобе
<i>р. Елек – г. Актобе, ГМБ</i>				
11000	$y = 1,857x + 194,1$	2000...2006	0,90	р.Хобда (Бол. Хобда – с. Новоалексеевка)
<i>р. Елек – с. Чилик</i>				
37300	$y = 2,567x - 243,5$	1940...1948, 1955	0,97	р. Елек – г. Актобе
	$y = 3,258x + 212,3$	1993...1994, 1996, 2001...2002, 2006	0,82	р.Хобда (Бол. Хобда – с. Новоалексеевка)
	$y = 9,693x + 191,4$	1998...1999	0,89	р. Карахобда – пос. Альпайсай
<i>руч. Тересбутак – п. Белогорский</i>				
19,8	$y = 0,012x + 0,809$	1940...1951, 1953...1954, 1956...1957, 1991...2010	0,72	р.Хобда (Бол. Хобда – с. Новоалексеевка)
<i>р. Актасты – пос. Белогорский</i>				
45,0	$y = 0,009x + 1,066$	1940...1946, 1949...1950	0,83	р. Елек – г. Актобе
	$y = 0,072x + 0,278$	1997, 1999...2007	0,88	р. Карахобда – пос. Альпайсай
<i>р. Хобда (Бол. Хобда) – с. Новоалексеевка</i>				
<u>8110</u> 20	$y = 0,428x - 47,31$	1940...1961, 1965	0,92	р. Елек – г. Актобе
	$y = 2,362x - 32,03$	1998...1999	0,95	р. Карахобда – пос. Альпайсай

F, км ²	Уравнение регрессии	Год, за который восстановлен сток	Парный коэффициент корреляции	Река-аналог
<i>р. Карахобда – пос. Альпайсай</i>				
2240	$y = 0,191x - 13,55$	1940...1962	0,88	р. Елек – г. Актобе
	$y = 0,408x + 15$	1976, 1980, 1983, 1985	0,82	р. Хобда (Бол. Хобда – с. Новоалексеевка)
<i>р. Сарыхобда – пос. Бессарабский</i>				
675	$y = 0,016x - 0,124$	1940...1960, 1964, 1966, 1972,	0,81	р. Елек – г. Актобе
	$y = 0,124x + 3,315$	1987, 1990, 1994, 1996...2010	0,83	р. Карахобда – пос. Альпайсай
<i>р. Шынгырлау (Утва) – с. Лубенка</i>				
641	$y = 0,027x - 2,100$	1940...1963, 1974, 1995...2008, 2010	0,70	р. Елек – г. Актобе
<i>р. Куперанкаты – с. Алгабас</i>				
723	$y = 0,038x + 1,543$	1940...1956, 1993, 1999, 2005, 2008	0,81	р. Елек – г. Актобе
<i>р. Ойыл (Уил) – аул Алты-Карасу</i>				
7030	$y = 0,473x + 29,08$	1940...1948, 1950...1951, 1969, 1998...2010	0,93	р. Хобда (Бол. Хобда – с. Новоалексеевка)
<i>р. Ащийыл – ур. Маймак</i>				
4900 300	$y = 0,123x + 2,105$	1940...1957, 1981, 1984...1985, 1987, 1989...1990, 1992...2010	0,73	р. Ойыл (Уил) – аул Талтогай

Река Жайык – основная река района. Данные по расходам воды на ней имеются по трём постам. Действующими являются посты у с. Кушум и пос. Махамбет. По этим пунктам, хотя и имеются достаточно длинные ряды наблюдений, но они не являются непрерывными. Связь между стоками этих пунктов тесная, величина коэффициента корреляции 0,96. Пропущенные данные восстановлены на основе взаимосвязи расходов воды на этих пунктах. Расходы воды у г. Атырау восстановлены по аналогу р. Жайык – с. Кушум, величина коэффициента корреляции 0,91.

Самыми крупными реками бассейна в границах нашей Республики является р. Елек (Илик) и её многочисленные притоки. По р. Елек – г. Актобе данные наблюдений о весеннем стоке имеются не за все годы, хотя гидропост является непрерывно действующим. Сток за 2000...2006 гг. восстановлен по р. Хобда – с. Новоалексеевка ($R = 0,90$). Сток реки у с. Чилик определен также поэтапно, с учетом тесноты зависимости и наличия соответствующих данных наблюдений для восстановления стока по аналогам р. Елек – г. Актобе ($R = 0,97$), р. Хобда (Бол. Хобда) – с. Новоалексеевка ($R = 0,82$) и р. Карахобда – с. Альпайсай ($R = 0,89$). Для восстановления стока р. Елек – пост № 47, по аналогу р. Елек – г. Актобе ($R = 0,87$).

Сток р. Елек – с. Карабутак, р. Кос Истек – с. Кос Истек (рис.) восстановлен по данным аналога р. Елек – г. Актобе. Коэффициент корреляции для этих рек изменяется в пределах $R = 0,70...0,78$. Сток р. Актасты восстановлен по двум аналогом р. Елек – г. Актобе ($R = 0,83$) и р. Карахобда – с. Альпайсай ($R = 0,88$).



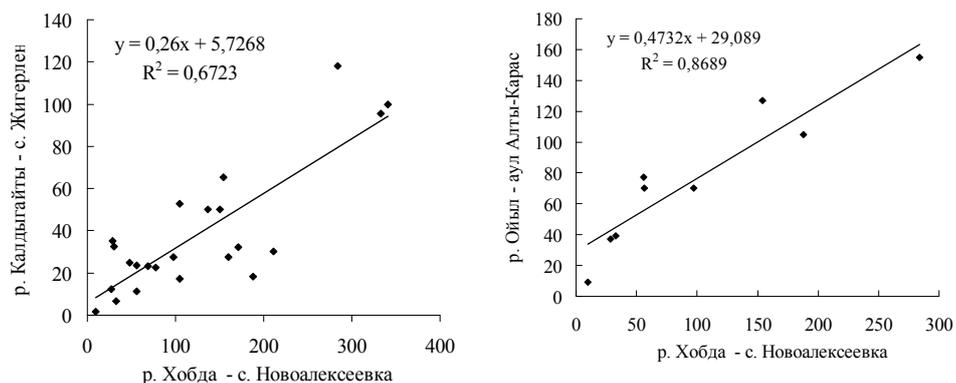


Рис. Восстановление весеннего стока отдельных рек Жайык-Каспийского бассейна

Главными притоками р. Елек являются реки Хобда, Карахобда и Сарыхобда. Сток р. Хобды тесно связан со стоком р. Елек – г. Актобе и р. Карахобда – с. Альпайсай. Расходы воды за 1940...1961 гг. и 1965 г. восстановлены по аналогу р. Елек – г. Актобе ($R = 0,92$), за 1988...1999 гг. по р. Карахобда – с. Альпайсай ($R = 0,95$). Сток р. Карахобда за 1940...1962 гг. вычислен по аналогу р. Елек – г. Актобе ($R = 0,88$), за 1976, 1980, 1983, 1985 гг. – по р. Хобда – с. Новоалексеевка ($R = 0,82$). Сток р. Бол. Хобда – с. Кугалы восстановлен по аналогу р. Хобда – с. Новоалексеевка ($R = 0,97$).

Сток р. Сарыхобда за 1940...1960, 1964, 1966, 1972 гг. по данным р. Елек – г. Актобе ($R = 0,81$), за 1987, 1990, 1994, 1996...2010 гг. восстановлен достаточно надежно по аналогу р. Карахобда ($R = 0,83$).

На р. Шынгырлау (Утва) наблюдения за стоком в границах Казахстана ведется на трех пунктах. К примеру, сток этой реки у пос. Белогорский и пос. Григорьевка вычислен с необходимой точностью по аналогу р. Жайык – с. Кушум, характеризующемуся коэффициентом корреляции 0,78 и 0,89 соответственно, у пункта с. Лубенка – по аналогу р. Елек – г. Актобе ($R = 0,70$).

Сток р. Деркул – с. Белес (Ростошское) восстановлен по аналогу р. Шаган (Чаган) – пос. Каменный ($R = 0,73$).

Для расчета весеннего стока р. Чижа 2-я – с. Чижа 2-я использован аналог р. Деркул – с. Белес (Ростошское) ($R = 0,88$), а для р. Чижа 1-я – с. Чижа 1-я весенний сток вычислен по аналогу р. Жайык – с. Кушум ($R = 0,70$) (рис.).

Сток рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узень), а также р. Шаган формируется на территории России. Сток первых двух рек зарегулирован. Сток р. Сарыозен – свх. Бостандык не определен по годам, норма стока рассчитана приближенно [2].

Сток р. Куперанкаты – с. Алгабас восстановлен по аналогу р. Елек – г. Актобе. Допустимая зависимость между стоками этих рек ($R = 0,81$) получена с учетом данных 1959...1989 гг. При расчете годового стока р. Шолаканкаты – свх. Анкатынский в качестве аналогов использованы р. Елек – г. Актобе ($R = 0,73$), и р. Куперанкаты – с. Алгабас, сток который имеет тесную связь со стоком р. Шолоканакты ($R = 0,78$). Сток р. Оленты – с. Джамбейты и р. Шидерты – свх. Жамбейтинский определен по аналогам р. Елек – г. Актобе и р. Куперанкаты – с. Алгабас. Оценка весеннего стока р. Калдыгайты – с. Жигерлен ($R = 0,82$) восстановлен по аналогу р. Хобда – с. Новоалексеевка (рис.), а р. Булдырты в пунктах с. Караагач и свх. Абая ($R = 0,71$, $R = 0,88$) также выполнен по аналогу р. Елек – г. Актобе.

Пропуски в рядах весеннего стока р. Ойыл (Уил) – аул Алты-Карасу ($R = 0,93$) (рис.), р. Ойыл (Уил) – с. Талтогай ($R = 0,79$), восстановлены по аналогу р. Хобда – с. Новоалексеевка. А р. Киил – с. Новонадеждинское выполнен по аналогу р. Ойыл (Уил) – с. Талтогай ($R = 0,93$).

Для р. Жем относительно длинные ряды имеются по четырем пунктам. Наблюдения за стоком, в основном велись до 1990 г. После этого года измерения расходов воды производились эпизодически. Сведения о весеннем стоке имеются за 1991...1992 гг. – у с. Жанибек, за 1992...1993 гг. – у с. Кожасай, за 2003 г. – у п. Сага, за 2004 г. – у п. Жанабулак. Сток р. Жем зарегулирован.

Весенний сток р. Жем – с. Жаркамыс восстановлен по аналогу р. Темир – п. Ленинское ($R = 0,94$). Сток р. Жем – с. Жанибек определен по аналогу р. Елек – г. Актобе ($R = 0,78$).

На р. Темир имеется два пункта наблюдения: р. Темир – с. Покровское и р. Темир – с. Ленинское. Сток р. Темир зарегулирован. Сток р. Темир – с. Покровское восстановлен по аналогу р. Елек – г. Актобе ($R = 0,74$). Расчет стока р. Темир – с. Ленинское выполнен по аналогу р. Карахобда – пос. Альпайсай ($R = 0,82$).

Заключение. Таким образом, для восстановления весеннего стока большинства рек в качестве основного аналога использованы данные р. Жайык – с. Кушум и р. Елек – г. Актобе. Коэффициент корреляции составил $R = 0,70...0,97$. Для расчета уравнений регрессии использованы перио-

ды с минимально искажённым стоком. Приведение рядов наблюдений к многолетнему периоду в основном выполнено регрессионным методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. VII: Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под ред. Р.И. Гальперина. – Алматы, 2012. – 684 с.
2. Давлетгалиев С.К., Акимбаева С.М. Расчет нормы стока слабо изученных рек Урало-Эмбииского района // Вестник КазНУ, Сер. геогр. – 2007. – №2(25) – С. 65-69.
3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л. Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
4. СП-33-101-2003-М. Определение основных расчетных гидрологических характеристик.: Госстрой России, 2004. – 71 с.

Поступила 3.02.2014

Геогр. ғылымд. докторы С.К. Давлетгалиев
А.Ж. Достаева

ЖАЙЫҚ-КАСПИЙ АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ КӨКТЕМГІ АҒЫНДЫ ҚАТАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ

Мақала Жайық-Каспий алабы өзендерінің көктемгі ағынды қатарларын қалпына келтіруге арналған. Есептік кезең ретінде 1940...2010 жж. алынған. Көктемгі ағындыны қалпына келтіру нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес жүзеге асырылған.

ӘӨЖ 551.581

Геогр. ғылымд. канд. М.М. Молдахметов *
Геогр. ғылымд. канд. Л.К. Махмудова *
Геогр. ғылымд. канд. А.К. Мусина *

**КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІ ЖАҒДАЙЫНДА СЕЛ
ТАСҚЫНДАРЫНЫҢ ЕСЕПТІК ПАРАМЕТРЛЕРІН АЙҚЫНДАУДА
ЖАСАНДЫ ЖОЛМЕН СЕЛ ҚАЛЫПТАСТЫРУ
ЭКСПЕРИМЕНТТЕРІНІҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ ЖАЙЫНДА**

*КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІ, СЕЛ ТАСҚЫНДАРЫ, СЕЛ
ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЭКСПЕРИМЕНТТЕРІ, ЕСЕПТІК
ПАРАМЕТРЛЕР*

Мақалада өткен ғасырдың екінші жартысынан бастап жүргізілген сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру эксперименттері сараланып, осындай эксперименттердің климаттың өзгермелілігі жағдайындағы маңыздылығы келтірілген.

Тәжірибелік зерттеулер бақылау жұмыстарымен қатар, жаратылыстану ғылымының теориялық дамуының негізін құрайды. Тәжірибенің стационарлық бақылаудан ерекшелігі – тәжірибе кезінде бақылаушы процестің табиғи жүрісіне араласа алады, ал мониторинг жүргізу кезінде процесс табиғи жағдайда өтіп, бақылаушы оны өзгерте алмайды. Дегенмен, мониторинг белгілі бір мақсатқа, бақылау тәсіліне ие нақты ұйымдастырылған процесс.

Тәжірибелік әдіс ғылыми таным процесінде кеңінен қолданылады. Тәжірибе зерттеліп отырған процеске белсенді әсер ету арқылы қарапайым бақылауды толықтыра отырып, шындыққа анағұрлым жақын фактілерді, құбылыстар арасындағы эмпирикалық тәуелділіктерді айқындауға және теориялық ұғымдар мен бақылаулар арасында байланыс орнатуға мүмкіндік береді. Өткен ғасырдың екінші жартысынан бастап, тәжірибелік әдістер көп жағдайда іргелі ғылыми зерттеулерде де, қолданбалы зерттеулерде де пайдаланыла бастады. Тәжірибе ғылыми зерттеу кезінде қандай да бір мәселені белсенді, әрі мақсатты түрде зерттеуге мүмкіндік береді.

Сел құбылыстарынан қорғанудың тиімді тәсілдерін жасақтау үшін, сел құбылысының табиғатын барынша толық ашып, оның есептік

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

параметрлерінің жеткілікті деңгейде сенімді анықталуына қол жеткізу қажет. Таулы және тауалды аудандар қарқынды игерілген жағдайда селден қорғану шараларының мәні арта түседі. Бұл мәселенің шешімі, ең алдымен, сел қалыптасу процестері жайлы білім деңгейінің артуы және сел тасқындары сипаттамаларын есептеу әдістерінің жетілдірілу дәрежесі арқылы анықталады.

Сел қалыптастыру ошақтарының адам жетуі қиын жерлерде орналасуы, сел тасқынының кенеттен туындауы, қысқа уақыт аралығында өтетіндігі, сирек қайталанатындығы, әртүрлі табиғи жағдайларда әртүрлі формада және мөлшерде көрініс беруі сел тасқындары жөніндегі білімнің жинақталуын қиындатады. Сондықтан, зерттеушілер сел тасқынының сипаты мен типін тек қана қалыптасқан шөгінділердің құрамы және тасқынның арна мен басқа да нысандарға әсер ету нәтижесі бойынша анықтай алады. Мұндай мәліметтерге сүйене отырып жасалған қорытындылардың сандық сипатына қарағанда, сапалық сипаты айқын болады. Себебі кейде бір сарапшы жасаған қорытынды екінші бір сарапшының жасаған тұжырымына қайшы келіп жатады. Сел тасқындарының қалдырған іздерін зертеу барысында алынған нақты нәтижелер сел процестері жайлы әртүрлі гипотеза жасауға негіз болғанымен, құбылыстың нақты теориясын жасауға жеткіліксіз. Ал сенімді мәліметтер тек эксперимент негізінде ғана алынады, оған өткен ғасырдың 70 жылдары Ю.Б. Виноградовтың басшылығымен жүзеге асырылған жасанды жолмен сел қалыптастыру эксперименттері дәлел бола алады [3, 6, 7, 8, 9].

Сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру эксперименттері селдің қалыптасу механизмін зерттеуге, тасқынның гидравликалық параметрлері арасындағы тәуелділікті айқындауға, олардың инженерлік имараттарға әсер ету сипатын анықтауға және басқа да бірқатар мәселелер бойынша танымдық түсінік қалыптастыруға мүмкіндік берді.

Өткен ғасырдың 40 жж. соңына қарай зерттеушілердің сел тасқынын «пробиркада өсіруге» болмайтындығына көздері жетті. Сол кезеңде негізделген сел қалыптасуының «гидрологиялық» тұжырымдамасы сел табиғатына қатысты көптеген сұрақтарға жауап бере алмады. Ал су тасқындарының негізгі сипаттамаларын анықтауға арналған есептік формулаларды сел тасқынын есептеуге қолданудың негізсіз екендігі дәлелденді [2].

Өткен ғасырдың II жартысында Қазақ гидрометеорологиялық ғылыми-зерттеу институтының (ҚазГМҒЗИ) қызметкерлері Алматы маңындағы Шынбұлақ жылғасының арнасында қолда бар формулалардың тасқын жылдамдығын есептеуге жарамдылығын тәжірибе жүзінде тексеріп көру үшін, қысқа уақытта өтетін су тасқындарын жасанды жолмен қалыптастырды. Су жіберу көлемі 400 м^3 , ал су тасқынының ең жоғары өтімі $10 \text{ м}^3/\text{с}$ аспады. Арнаның тәжірибелік учаскедегі еңістігінің жеткіліксіздігі (0,16) және түпкі тау жыныстарының жер бетіне шығып жатуы су тасқынының қатты материалдармен (тығыздығы $1100...1200 \text{ кг}/\text{м}^3$) толысу дәрежесін төмендетті [4]. Дегенмен, селдің жүріп өтуі мен оның іздерін зертеуге бағытталған бақылаулар нәтижесінде алынған мәліметтерді талдау ҚазГМҒЗИ селтанушыларына Іле Алатауындағы сел құбылыстарының табиғатына деген көзқарастарды қайта қарастыруды талап ететін селдердің қалыптасуы мен динамикасы жайлы бірқатар қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Мысалы, селдің қалыптасуы кезінде беткейлерде орналасқан бос сынықты материалдарға қарағанда арналық шөгінділердің басым болатындығы бұрын қалыптасқан пікірге қарама-қайшы келетін қағидат ұсынылып, негізделді. Сел тасқындары мен осы селді қалыптастыратын су өтімдерінің мәліметтерін салыстыра отырып талдау барысында сел массасының тығыздығы анағұрлым жоғары (есептеулерде қабылданатыннан басқа) болатындығы жөнінде, сондай-ақ тасқынға ілесетін бос сынықты материалдардың ылғалдылығын ескерудің қажеттілігі жөнінде қорытынды жасалды. Сел тасқынының өтімін есептеуге арналған формулалар ұсынылды [5].

Сонымен, алғаш рет жүргізілген эксперименттер сел тасқындарын табиғи арналарда жасанды жолмен қалыптастыруға болатындығын дәлелдеп қана қоймай, сонымен қатар оларды жүргізу біліктілік дағдыларын меңгеруге және бірқатар практикалық мәселелерді шешуге мүмкіндік беретінін нақтылады. Тәжірибе барысында жасақталған селеметриялық аспаптар сыналды, тасқынның гидравликалық параметрлерінің мәндері алынды, кедір-бұдырлық коэффициенті анықталды. Тәжірибе нәтижелері сел тасқынын олардың қалдырған іздері бойынша зерттеу әдісін жасақтау кезінде пайдаланылды [10].

Жасалған тәжірибелердің кемшілігі ретінде жасанды сел жүргізілген учаскенің еңістігі жеткіліксіз болғандығын, сел процесінің кеңістіктік және уақыттық дамуының шектеулілігін, «сел ошақтарының» жасандылығын атауға болады [4].

Сел тасқындары жасанды жолмен қалыптастырылған Шымбұлақ полигонындағы тәжірибелер тек қуаты аз селдік су тасқындарын туындатуға мүмкіндік берді. Лайлы-тасты сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру үшін, көлемі ондаған мың м³ құрайтын су қоймасының, тәжірибе жасаушыларға алдын-ала жобаланған су өтімдерін жіберіп тұруға мүмкіндік беретін су жіберу жүйесінің болуы шарт және сел қалыптастырушы грунттардың қорына бай сел ошақтары бар жаңа полигон іздестіру қажет болды [10]. Селді жасанды жолмен табиғи сел ошағында қалыптастыруға мүмкіндік беретін кең ауқымды тәжірибе қажет болды. ҚазГМҒЗИ сел тасқындары бөлімінің мамандары 1969...1970 жж. аэрофотосуреттерді бажайлау кезінде мұндай ошақтың Алматы қаласынан батысқа қарай 60 км жердегі Шамалған өзенінің бастауы маңында 2644...2900 м биіктік аралығында орналасқандығын анықтады. Осы ірі сел жырғысының параметрлері келесі шамалармен сипатталады: бас ошақ ұзындығы – 930 м, жоғарғы жиегі бойынша алынған орташа ені – 95 м, орташа тереңдігі – 45 м. Жырғының жоғарғы жағындағы көне морена кертпешінде бос көл қазаншұңқыры айқын байқалады. Осы сел ошағының қалыптасуына және қуатты сел тасқынының жүріп өтуіне аталған көлдің ақтарылуы септігін тигізуі мүмкін [2]. 1972 ж. 2900 м биіктікте орналасқан көне мореналық көлтәрізді ойысты тұйықтайтын бөгет салынды. Бөгеттің су ағызғыш бөлігінің құрамында сел ошағына өтімі 80...100 м³/с құрайтын суды жіберіп тұруды қамтамасыз ететін дроссельдік типтегі екі ярусты жапқыш жүйесі болды. Шамалған полигонында 1972 ж. тамыз айында ең алғашқы тәжірибе өтті. Және 1978 ж. дейін селтанушылар сел жөнінде бұрынырақ қалыптасқан білімді тәжірибе жүзінде нақтылау мақсатында, тасқынның қалыптасу механизмі мен кинематикасы жөніндегі жаңа гипотезаларды тексеру үшін, жаңа селеметриялық аспаптарды және құлақтандыру жүйесін сынау үшін тағы да төрт рет жиналған болатын.

Тәжірибе кезінде сел тасқынының қатты және сұйық құраушыларының қатынасына баса назар аударылды. Ол үшін полигондағы сел жырғысының, арнасының және ысырынды алаңның сипатты учаскелерінде 104 геодезиялық көлденең қимадан тұратын жүйе жасалды. Көлденең қималардың арасындағы орташа қашықтық жырғыларда 30 м, ал ысырынды алаңдарында 100 м аралықты қамтыды. Көлденең қималарды нивелирлеу деректері бойынша сел тасқыны жүріп өткенге дейінгі және кейінгі әрбір жекелеген учаскедегі тасқынға іліккен немесе шөккен селдің қатты құраушыларының мөлшері бағаланды. Су

құраушысының көлемі су қоймасынан жіберілген су өтімінің және грунттардың ылғалдылығының мәндері арқылы анықталды. Сел тасқынының құрамындағы арналық су көлемі жалпы су көлемінің 1 % кем болғандықтан, оның көлемі ескерілмеді.

Ал 1972 және 1973 жж. жүргізілген тәжірибелерде тасқынның сұйық және қатты фазаларының көлемі жөніндегі мәліметтер бойынша есептелген сел жүрген кездегі сел қоспасының орташа тығыздығы, сәйкесінше, 2070 және 2040 кг/м³ құрады [10]. Тасқынның жекелеген жалдарында сел қоспасының тығыздығы орташа мәннен айтарлықтай жоғары болды.

1978 ж. жүргізілген тәжірибеде сел қоспасының орташа тығыздығы 2000 кг/м³ кем болды, ал селдің басы өткен кейінгі қоспаның тығыздығы 2300 кг/м³ жуық болды. Осы мәліметтердің нәтижесінде арна қалыптастырушы мәннен асып түсетін өтімге ие су ағынының еңістігі 0,3 кем болмайтын сел жырғының бос жыныстарымен әрекеттесуі тығыздығы жоғары сел қоспасының қалыптасуына алып келетіндігі дәлелденді. Тәжірибе мәліметтерін талдау барысында ҚазГМҒЗИ мамандары мынадай тұжырым жасады: «Осы ауданның геоморфологиялық жағдайы мен тау жыныстарының физикалық механикалық қасиеттері Іле Алатауының солтүстік беткейінің барлық орталық бөлігіне тән болғандықтан, тәжірибе нәтижелері Іле Алатауы жағдайында жаңбырлы және ақтарылушы су тасқындары тасқын құрамындағы мөлшері 40 % аспайтын қатты материалдардың сумен тасымалдану процесі түріндегі тек турбулентті (III Бүкілодақтық сел конференциясының терминологиясы бойынша) деп аталатын селдерді қалыптастыра алады деген кең таралған пікірді жоққа шығарады...».

Шамалған полигонындағы тәжірибелер селеметриялық аспаптар мен құрылғыларды және сел қаупін құлақтандырудың әртүрлі жүйелерін сынақтан өткізуге мүмкіндік жасады.

Тәжірибелік зерттеулер сел құбылыстары жайлы білімді айтарлықтай молайтып, әртүрлі әдістемелік құжаттар, сел процесінің теориялық мәселелері, селден қорғану шаралары жайлы нұсқаулықтар жасақтаудың негізі болды.

Кейінірек сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру эксперименттері 1991 және 2003 жж. «Қазселденқорғау» ММ басшылығымен аталған Шамалған өзені алабында екі рет жүзеге асырылды. Бұл зерттеу тәжірибелерінің мақсаты да алдыңғы жүргізілген

тәжірибелердегідей сел табиғатын айқындаумен қатар, сел тасқындарының есептік сипаттамаларын алуға арналды және де осы есептік сипаттамаларды сел жүріп жатқан уақытта тіркеуге арналған арнайы құрылғыларды сынақтан өткізуге бағытталды.

Климаттың ғаламдық өзгеруіне байланысты 20 ғ. соңғы онжылдығы мен 21 ғ. бірінші онжылдығында Қазақстанның шығыс, оңтүстік-шығыс және оңтүстік таулы аудандарында сел әрекеттілігінің артатындығы жайлы болжамдар бірқатар әдебиет көздерінде жарияланып жүр [1, 11]. Өткен ғасырда Қазақстанның таулы аудандарында салынған селден қорғану имараттары климаттың стационарлығына негізделіп, жобаланды. Ал, климаттың ғаламдық өзгермелілігі селден қорғану имараттарын жобалауға, тұрғызуға және пайдалануға гидрологиялық тұрғыдан негіз болатын есептік параметрлерді қайта қарастыруды қажет етіп отыр. Сол себепті сел тасқындарын жасанды жолмен қалыптастыру эксперименттерін кезекті уақытын кейінге ысырмай, дер кезінде жүргізіп отыру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баймагамбетов Б.О., Яфязова Р.К. К адаптации стратегии защиты от селей в условиях глобального потепления. // Вестник КазНТУ. – 2008. – №5(68). – С. 21-25.
2. Баймолдаев Т.А., Виноходов В.Н. «Казселезащита» – оперативные меры до и после стихии. – Алматы: Изд-во «Бастау», 2007. – 284 с.
3. Виноградов Ю.Б. Искусственное воспроизведение селевых потоков на экспериментальном полигоне в бассейне р. Чемолган. // Селевые потоки. – 1976. – № 1. – С. 3-6.
4. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 143 с.
5. Киренская Т.Л., Мочалов В.П., Раушенбах И.О. Исследование селевых потоков в КазНИИ // Труды КазНИИ Госкомгидромета. – 1982. – Вып. 81. – С. 70-83.
6. Киренская Т.Л., Степанова Т.С., Балабаев Ф.Г. «Чемолган-78» // Селевые потоки. – 1978 – № 3. – С. 86-92.
7. Степанова Т.С., Хонин Р.В., Кржечковская Н.И, Хайдаров А.Х. Результаты эксперимента по воспроизведению селевого потока в бассейне р. Чемолган в 1976 г. // Селевые потоки. – 1978. – № 3. – С. 86-92.

8. Хонин Р.В., Керемкулов В.А., Мочалов В.П. Третий эксперимент по искусственному воспроизведению грязекаменного протока. // Селевые потоки. – 1977. – №2. – С. 57-63.
9. Хонин Р.В., Мочалов В.П., Земс А.Э. Экспериментальный полигон в бассейне р. Чемолган и история его создания. // Селевые потоки. – 1976. – №1. – С. 7-24.
10. Цукерман И.Г. Экспериментальные исследования селей // Труды КазНИИ Госкомгидромета. – 1982. – Вып. 81. – С. 84-97.
11. Яфязова Р.К. Глобальное потепление климата и селевая активность. Проблемы адаптации. // Гидрометеорология и экология. – 2001. – №3-4. – С. 97-106.

Поступила 16.01.2014

Канд. геогр. наук	М.М. Молдахметов
Канд. геогр. наук	Л.К. Махмудова
Канд. геогр. наук	А.К. Мусина

О ЗНАЧИМОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ КЛИМАТА

В статье проанализированы экспериментальные исследования воспроизведения искусственных селевых потоков, начиная со второй половины прошлого столетия, и значимость проведения таких экспериментов в условиях нестационарности климата.

УДК 631.671:631.43:556.01

Доктор техн. наук

Доктор техн. наук

Ж.С. Мустафаев *

А.Т. Козыкеева *

Ж.Е. Ескермесов *

Н.М. Кусмуханбетов *

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ
СЫРДАРЬИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ***ПРИРОДА, СИСТЕМА, ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННАЯ СИСТЕМА,
УСТОЙЧИВОСТЬ, МОДЕЛЬ, ОЦЕНКА, ЭКОЛОГИЯ, МЕЛИОРА-
ЦИЯ, БАССЕЙН, АГРОЛАНДШАФТ, ЛАНДШАФТ*

На основе многолетних данных по использованию водных и земельных ресурсов для развития сельскохозяйственных земель определен режим формирования природных и техногенных систем в низовьях реки Сырдарьи, что позволяет определить направленность и интенсивность изменения компонентов природной системы.

Введение. Антропогенные нагрузки на бассейн водосбора являются непосредственной причиной антропогенного изменения состояния ландшафтов, это отражается в изменениях показателей эколого-мелиоративного состояния агроландшафтов, связанных с изменением гидрологического и гидрогеохимического режимов водных объектов. Для формирования целостных представлений об антропогенном воздействии на агроландшафты и, в частности, анализа пространственного распределения уровня техногенных нагрузок и оценки эколого-мелиоративной устойчивости необходим междисциплинарный подход, основанный на бассейновом принципе экологического нормирования техногенных нагрузок агроландшафтных систем. Как показывает опыт использования природных ресурсов в бассейне рек, имеется тесная связь между нагрузками на территории водосбора и теми показателями, которые определяют эколого-мелиоративное состояние агроландшафтов.

Огромные размеры изменений и нарушений в природной системе, геосистеме, экосистеме и ландшафте на поверхности планеты Земля имеют тенденцию к возрастанию. Примером этого служат территории госу-

* Таразский ГУ им. М.Х. Дулати, г. Тараз

дарств Центральной Азии, где особенно интенсивно происходит хозяйственная и социальная жизнь человека, сопровождавшиеся экологическими бедствиями, изменениями природной среды на фоне разнообразных техногенных воздействий, имеющих масштабы, сопоставимые с геологическими катастрофами.

В связи с ухудшением качественного и количественного состояния природных ресурсов, которое привело к экологическим катастрофам во многих регионах планеты Земля, в конце 20 в. во всем мире усилилось внимание к устойчивому развитию природы и общества. В связи этим в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию был выдвинут тезис «Устойчивость развития природно-общественных систем – удовлетворение потребностей нынешнего поколения, не ставящее под угрозу способность будущих поколений удовлетворить свои собственные потребности». Проблемы, поднятые на этом форуме, несколько не потеряли своего значения в 21 в. Они стали еще актуальнее, так как природные ресурсы являются ключом к устойчивому развитию человечества, т.е. такому развитию, которое не разрушает условий, необходимых для продолжения – социальных, экономических и экологических.

Цель и методика исследований. Вероятность развития опасных природных, техноприродных процессов протекающих в природных системах, ведущих к негативным экологическим последствиям, в значительной степени зависит от количественных и качественных значений техногенных нагрузок, которые требуют необходимости оценки состояния природно-техногенных систем в низовьях бассейна р. Сырдарья, обеспечивающих принципы устойчивого развития региона.

Результаты исследований. Территория низовьев р. Сырдарья (в границах Кызылординской области) занимает площадь 218,4 тыс. км². Область делится на восемь административных районов: Аральский, Жалагашский, Сырдарьинский, Теренозекский, Кармакшинский, Казалинский, Шиелийский, Жанакорганский (табл. 1).

В начале века орошаемые земли были приурочены в основном к присырдарьинским предгорным и бугористо-грядовым равнинам, речным долинам и сухим дельтам. Характерной особенностью использования земельных ресурсов, в частности для орошения, является и то, что им присущ экстенсивный тип освоения [4, 8]. Об этом свидетельствует, прежде всего, выделение для целей гидромелиоративного производства крупных капитальных вложений и других хозяйственных ресурсов и как следствие

– высокие темпы и широкие масштабы развития мелиорации сельскохозяйственных земель в низовьях р. Сырдарьи (табл. 2).

Таблица 1
Состав административных районов в низовьях р. Сырдарьи (в границах Кызылординской области)

Район	Площадь, тыс. га				% орошаемых земель
	Всего	в том числе			
		пастбища	сенокос	орошаемые	
Аральский	5660	-	-	2,2	0,04
Жалагашский	2360	1660,7	57,1	31,5	1,33
Сырдарьинский	2790	2300,2	62,7	28,5	1,02
Теренозекский	1590	2129,0	18,4	30,0	1,90
Кармакшинский	2920	2035,0	37,4	25,1	0,86
Казалинский	3700	2761,7	76,4	30,1	0,81
Шиелийский	1820	1301,0	24,0	36,2	1,99
Жанакорганский	1000	963,9	20,9	32,5	3,25
Итого	21840	13151,5	296,9	216,1	0,99

Таблица 2
Интенсивность освоения водно-земельных ресурсов в низовьях р. Сырдарьи

Год	Орошаемые площади			Удельный водозабор		
	F , тыс. га	F / F_n	$(F_i - F_{i-1}) / T$ тыс. га/год	O_p , тыс. м ³	O_p / O_p^n	$(O_p - O_p^n) / T$ тыс. м ³ /га
1925	16,7	1,00	-	4,0	1,00	-
1930	46,0	2,75	5,86	5,3	1,32	0,26
1935	60,0	3,59	2,80	5,6	1,40	0,06
1940	72,0	4,31	2,40	6,0	1,50	0,08
1945	72,2	4,32	0,04	7,1	1,78	0,22
1950	72,4	4,33	0,04	12,4	3,10	1,06
1955	78,0	4,67	1,12	46,0	11,50	6,72
1960	88,0	5,27	2,00	38,6	9,65	-1,48
1965	102,0	6,10	2,80	36,5	9,13	-0,42
1970	125,0	7,49	4,60	45,1	11,28	1,72
1975	199,0	11,92	14,8	35,1	8,78	-2,00
1980	228,5	13,68	5,90	36,2	9,05	0,22
1985	252,0	15,09	4,70	35,8	8,95	-0,08
1990	233,0	13,95	-3,80	37,2	9,30	0,28
1995	229,8	13,76	-0,64	35,6	8,90	-0,40
2000	216,1	12,94	-2,74	32,8	8,20	-0,07

Оценка темпов интенсивности использования природных ресурсов в низовьях р. Сырдарьи проведена по следующим параметрам [4]:

– использование земельных ресурсов « площадь орошаемых земель

F^{op} , их прирост ($F_{i+1..n}^{op} / F_i^{op}$) и темпы прироста ($(F_{i+1..n}^{op} - F_i^{op}) / T$) »;

– для использования водных ресурсов «оросительная норма O_p , ее прирост $O_{pi+1...n} / O_{pi}$ и темпы прироста $(O_{pi+1...n} - O_{pi}) / T$ ».

Если рассматривать темпы развития мелиорации в Кызылординской области в ретроспективе, то необходимо отметить два момента. В 1925...1950 гг. орошаемые земли, в основном, были расположены на незасоленных почвах и темпы прироста мелиорируемых площадей и удельный водозабор для орошения был невысок ($O_p = 4,0...7,10$ тыс. м³/га). В последующем с интенсивным использованием для орошения засоленных земель и возделывания риса, произошло резкое увеличение удельного водозабора ($O_p = 35,0...46,0$ тыс. м³/га).

В условиях антропогенного воздействия водные ресурсы являются самым уязвимым компонентом природных систем. Развитие орошаемого земледелия сопровождается не только забором большого количества воды, но и значительными объемами возвратных вод, как правило, загрязненных. В настоящее время оросительная способность р. Сырдарьи полностью исчерпана (табл. 3).

Таблица 3

Динамика изменения характеристик водопользования в бассейне р. Сырдарьи

Год	W_p , км ³	W_n , км ³	W_o , км ³	F , млн. га	Q , км ³	Q_o , км ³	$\frac{W_o}{W_p}$	C_o , г/дм ³
1925	32,5	5,6	13,6	0,99	18,4	8,7	0,42	0,50
1930	36,8	5,6	16,6	1,05	20,2	8,9	0,45	0,55
1935	31,9	5,6	12,7	1,01	19,2	8,8	0,40	0,55
1940	34,7	5,60	13,1	1,26	21,6	8,6	0,38	0,55
1945	35,8	5,6	13,4	1,21	22,4	8,4	0,37	0,55
1950	40,4	5,6	15,9	1,36	24,5	8,3	0,39	0,57
1955	39,4	5,6	15,1	1,58	24,3	10,2	0,39	0,65
1960	38,0	5,6	15,0	1,20	25,7	11,6	0,39	0,70
1965	32,1	5,6	9,2	1,70	37,3	13,7	0,29	0,75
1970	47,2	5,6	10,6	2,00	38,1	15,3	0,22	1,25
1975	33,9	5,6	5,3	2,30	42,8	15,0	0,16	1,38
1980	35,5	5,6	1,6	2,70	49,2	18,0	0,05	1,68
1985	33,1	5,6	1,3	3,10	46,4	19,5	0,04	1,82
1990	43,0	5,6	3,3	3,40	49,8	10,9	0,08	1,46
1995	29,5	5,6	5,55	-	34,8	10,9	0,19	1,42
2000	42,8	5,6	3,86	-	49,8	10,9	0,09	1,20

Примечание: W_p – речной сток, км³/год; W_n – запасы подземных вод, км³; W_o – поступление речного стока в дельту, км³/год; F – площадь орошае-

мых земель, млн. га; Q – водозабор на хозяйственные нужды, км³/год; Q_e – объем возвратных вод, км³/год; C_0 – минерализация речных вод, г/дм³.

Как видно из данных табл. 2, объем водозабора на орошение увеличился до 49,8 км³, т.е. в 2,71 по отношению к 1925 г., в то же время с образованием дефицита водных ресурсов резко возросло использование возвратных вод.

Динамика площадей орошаемых земель и водозабор из р. Сырдарьи за период с 1925 по 2000 гг. свидетельствуют о росте площадей орошаемых земель с 1,0 до 3,4 млн. га при одновременном увеличении водозабора с 18,4 до 49,8 км³ в год. Анализ динамики объема возвратных вод показывает, что наблюдается их рост. Минерализация речных вод в низовьях р. Сырдарьи за рассматриваемый период возросла от 0,5 до 1,8 г/дм³. Исследования показывают [7, 8], что влияние водности Сырдарьи на минерализацию выражена не ярко, так как формирование качества воды в низовьях целиком зависит от антропогенных факторов.

Анализ динамики орошаемых площадей в Кызылординской области (табл. 4) показывает, что во всех районах за рассматриваемый период (1960...2000 гг.) наблюдается рост орошаемых площадей за счет освоения малопродуктивных засоленных почв. Однако от района к району и по периодам темпы роста отличаются.

Таблица 4

Динамика площадей орошаемых земель в разрезе административных районов Кызылординской области (тыс. га)

Район	Год				
	1960	1970	1980	1990	2000
Аральский	0,60	0,20	1,80	2,40	2,20
Жалагашский	11,3	19,0	36,8	35,0	31,5
Кармакшинский	11,5	14,4	24,7	28,0	25,1
Казалинский	13,3	14,3	30,2	32,1	30,1
Шиелийский	20,2	24,0	41,6	38,5	36,2
Жанакорганский	9,3	15,1	32,0	35,0	32,5
Итого	92,2	124,6	228,5	233,5	216,1

Таким образом, уровень использования водно-земельных ресурсов в низовьях реки Сырдарьи оказывает влияние на формирование почвенного, гидрогеологического, геохимического и мелиоративного режимов агроландшафтов и на их биологическую продуктивность.

Для оценки направленности почвообразовательного процесса на мелиорированных землях Ж.С. Мустафаевым [7], И.П. Айдаровым [1] исполь-

зован радиационный индекс сухости (\bar{R}), так как он для конкретных ландшафтных территорий, приуроченных к определенной географической зоне относительно постоянный и с ним связан почвообразовательный процесс и особенности формирования почвенного покрова. Этот показатель, характеризующий баланс энергии и в должной мере определяющий интенсивность и направленность протекания биохимических и геохимических процессов на Земле, может быть использован при обосновании направленности и интенсивности почвообразовательного процесса. На данной концептуальной основе была проведена почвенно-экологическая оценка эффективности агротехнических и мелиоративных мероприятий, рекомендованных для различных агроландшафтов в низовьях р. Сырдарьи (табл. 5).

Таблица 5

Направленность почвообразовательного процесса в результате орошения агроландшафтов в низовьях р. Сырдарьи

Агроландшафт	Период освоения					
	естественный		начальный		полный	
	\bar{R}	тип почвы	\bar{R}	тип почвы	\bar{R}	тип почвы
Казалинский	6,78	серобурые	0,7...0,8	лугово-бурые	0,6...0,7	лугово-болотные
Куван – Жанадарьинский	6,78	серобурые	0,7...0,8	лугово-бурые	0,6...0,7	лугово-болотные
Кызылординский	7,20	серобурые	0,7...0,8	лугово-бурые	0,6...0,7	лугово-болотные
Шили – Жанакурганский	7,70	такыровидные	0,7...0,8	аллювиально-луговые	0,6...0,7	лугово-болотные
Тогускенский	7,70	такыровидные	0,7...0,8	аллювиально-луговые	0,6...0,7	лугово-болотные

Таким образом, направление природного и в том числе почвообразовательного процесса, а, следовательно, характер образующейся почвы, или точнее, свойства и состав ряда почв в географических зонах сменяющих одна другую в процессе эволюции в пространственно-временном масштабе, определяется в основном соотношением тепла и влаги, то есть гидротермическим режимом ландшафта (\bar{R}).

Как видно из данных табл. 5, мелиоративное вмешательство в природную ситуацию и прямо, и косвенно влияет на соотношение (\bar{R}), при этом происходит как бы сдвигание природной зоны. Следовательно, орошение приводит к увеличению составляющей от O_c до $(O_c + O_p)$, что способствует переходу к более увлажненной зоне $\bar{R} = R/L(O_c + O_p)$ или к гидроморфным условиям почвообразования $\bar{R} = R/L(O_c + O_p + g)$ (где g – водообмен почвенных и грунтовых вод).

Таким образом, формирование химического состава почвенных и паровых растворов зоны аэрации и грунтовых вод в ландшафтно-географических зонах и их преобразование зависит от поступающей солнечной энергии и энергии, необходимой для химических процессов, которые характеризуются энергомассообменом и гидротермическим режимом.

Решение ряда важных проблем в области агропромышленного комплекса связано с экономическими приоритетами использования водных и земельных ресурсов, которые, как правило, сводились к обеспечению высоких и относительно устойчивых урожаев при минимуме затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

Для оценки продуктивности агроландшафтов сельскохозяйственных культур можно использовать формулу [5]: $\bar{Y} = Y_i \cdot q / \eta \cdot R \cdot K_{\text{коз}}$.

Средняя продуктивность сельскохозяйственных культур возделываемых на агроландшафтах:

$$\bar{Y}_{cp} = \sum_{i=1}^n \bar{Y}_i / n,$$

где \bar{Y}_{cp} – относительная продуктивность агроландшафта; Y_i – фактическая урожайность i -ой сельскохозяйственной культуры, ц/га или т/га; q – удельная теплота сгорания килограмма продукции i -ой сельскохозяйственной культуры; η – потенциальный КПД посева, при расчетах принят

равный 3; $K_{хоз}$ – коэффициент, определяющий хозяйственно-ценную часть урожая сельскохозяйственных культур; n – количество сельскохозяйственных культур.

Урожайность сельскохозяйственных культур по районам Кызылординской области в период 1960...2000 гг. приведена в табл. 6 [5].

Таблица 6

Относительная урожайность сельскохозяйственных культур по районам Кызылординской области (ц/га)

Район	Год				
	1960	1970	1980	1990	2000
Жанакорганский	0,40	0,50	0,68	0,60	0,64
Шиилийский	0,39	0,60	0,78	0,67	0,58
Сырдарьинский	0,20	0,44	0,68	0,68	0,71
Теренозекский	0,19	0,60	0,88	0,65	-
Жалагашский	0,37	0,72	0,86	0,62	0,74
Кармакчинский	0,37	0,58	0,92	0,60	0,71
Казалинский	0,19	0,44	0,85	0,61	0,54
Аральский	-	-	-	-	0,46
Низовья рек	0,31	0,58	0,82	0,63	0,65

Как видим (табл. 6), освоение природной системы с помощью мелиорации сельскохозяйственных земель оказывает большое влияние в первую очередь на характер использования и уровень продуктивности земельных ресурсов. Однако на основе этих данных, дать исчерпывающий ответ на вопрос о влиянии тех или иных компонентов природной системы на экологическую обстановку, эколого-биоэнергетическую продуктивность агроландшафта, направление и тенденции ее изменения невозможно.

Природный режим р. Сырдарья, определяющийся горной зоной формирования стока, имел огромное значение для создания благоприятной экологической обстановки, сложившейся в бассейне Аральского моря ко времени расселения в нем человека. Однако в результате антропогенной деятельности в 20 в. полностью изменился качественный состав воды реки. Постепенный рост минерализации и содержания в речной воде вредных химических веществ, привели не только к снижению продуктивности агроландшафтов, но и к резкому ухудшению экологической обстановки в регионе [3, 6]. В связи с этим возникла необходимость анализа формирования качественного состава воды Сырдарьи, для оценки влияния на него факторов природного и антропогенного характера (табл. 7).

Минерализация воды в р. Сырдарье, г/дм³

Год	C_o , г/дм ³	Главные ионы, мг/дм ³					
		Ca	Mg	Na	HCO_3	SO_4	Cl
Шардара							
1950	0,50	105	65,0	104	204,0	437,0	82,0
1960	0,68	97,0	48,0	103	173,0	375,0	81,0
1970	0,94	130	64,0	94,0	183,0	462,0	107,0
1990	1,40					568,0	113,4
2000	1,30	93,0	64,5			690,0	117,0
Томенарык							
1950		96,2	37,1	9,5	134,2	220,7	50,8
1960	0,74	85,0	38,0	80,0	177,0	286,0	62,0
1970	0,94	101	58,0	145	166,0	452,0	102,0
1980	1,74	111	95,0	240	186,0	670,0	151,0
Кызылорда							
1950	0,51	71,1	28,2	61,0	148,3	246,3	48,6
1960	0,70	94,0	26,0	74,0	199,0	249,0	49,0
1970	0,98	99,0	60,0	155	174,0	455,0	110,0
1980	1,74	110	72,0	226	185,0	615,0	110,0
1990	1,39	77,8	124			444,1	141,7
2000	1,40	95,3	63,3			444,6	133,8
Казалинск							
1950	0,52	86,0	30,0	88,0	198,0	217,0	58,0
1960	0,85	97,0	57,0	169	182,0	485,0	111,0
1970	1,01	112	87,0	253	173,0	731,0	197,0
1990	1,49	136	87,7			663,0	215,3
2000	1,55	123	66,3			574,6	157,6

Наиболее известный метод оценки качества воды разработан А.М. Можейко и Т.К. Воротник [6], которые считают воду пригодной для орошения, если соотношение $(Na + K) \cdot 100 / (Ca + Mg + Na + K)$ меньше 65 %, если же оно 66...75 % – вода опасна, а соотношение больше 75 % говорит о том, что вода весьма опасна, может произойти осолонцевание почв.

По М.Ф. Буданову [3], вода считается пригодной для орошения, если соотношение Na / Ca меньше единицы, а соотношение $Na / (Ca + Mg)$ меньше 0,7. Для вод с минерализацией до 1 г/дм³, а для вод с минерализацией от 1 до 3 г/дм³ частное от деления суммы всех ингредиентов на величину жесткости $(Ca + Mg)$ не должно превышать 4 для средне- и тяжелосуглинистых почв, 5 – для легкосуглинистых и 6 – для супесчаных и песчаных почв.

С.А. Балюк, П.И. Кукоба, В.Я. Ладных, Л.А. Чаусова, А.А. Носоненко [2] предложили новые критерии ирригационной оценки вод:

- оценка по опасности вторичного засоления почв, которая устанавливается по сумме эквивалентов хлора, то есть его концентрация в воде при орошении тяжелых по механическому составу почв не должна превышать 5 мэкв/дм³, суглинистых – не более 10 мэкв/дм³, и песчаных и супесчаных – не более 15 мэкв/дм³;
- оценка по опасности ощелачивания почв (кроме водородного показателя (pH), который недостаточно характеризует способность воды изменять реакцию почвенного раствора) учитывает содержание ионов Cl_3^{2-} и токсичную щелочность, т.е., если воды сильнощелочные ($pH > 9$, $CO_3^{2-} > 0,9$ мэкв/дм³, токсичная щелочность $> 2,5$ мэкв/дм³), тогда их нельзя применять, так как из-за сильного ощелачивания это становится экономически невыгодным;
- оценка по опасности ожогов растений, определяется по общей и токсичной щелочности, а также по щелочности от нормальных карбонатов и по содержанию хлора, т.е., если $HCO_3^- < 1,5$ мэкв/дм³, $HCO_3^- - Ca^{2+} < 1,0$ мэкв/дм³, $CO_3^{2-} < 0,1$ мэкв/дм³ и $Cl^- < 3,0$ мэкв/дм³ – применение воды безопасно;
- оценка по опасности осолонцевания почв, определяется отношением катионов натрия и калия, выраженных в мэкв/дм³, к сумме всех оснований (%), т.е. для почв песчаных и супесчаных с хорошей буферностью она не должна быть больше 60 %, в почвах суглинистых со слабой буферностью – 50 % и почвах глинистых слабобуферных – 40 %.

Перечисленные методы определения пригодности оросительных вод использованы для качественной оценки воды р. Сырдарьи (табл. 8).

Оценка пригодности воды р. Сырдарьи для сельскохозяйственного производства показывает, что вода пригодна без каких-либо ограничений. Однако известно, что интенсивность процесса осолонцевания возрастает, если в составе воды магний преобладает над кальцием, тогда повышается как ощелачивающая способность воды, так и абсолютное содержание в ней солонцующих почву катионов.

С изменением гидротермического режима орошаемых земель и качества воды в низовьях р. Сырдарьи происходили изменения гидрогеохимического режима орошаемых земель, о чём свидетельствуют информа-

ционно-аналитические данные Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, осуществляющих контроль за мелиоративным состоянием орошаемых земель в южных регионах Казахстана (табл. 9, 10).

Таблица 8

Оценка пригодности водных ресурсов р. Сырдарья

Метод оценки	Предельные значения	Шардара		Казалинск	
		1960	2000	1960	2000
Ирригационная оценка вод по соотношению катионов					
$100 \cdot Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+)$	≤ 60	41,9	39,7	52,3	58,3
$Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$\leq 0,7$	0,71	0,66	1,03	1,40
$(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / (Na + 0,23Cl)$	$\leq 1,0$	1,19	1,21	0,79	0,63
$2Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	≤ 10	1,42	1,32	2,19	2,79
Ирригационная оценка по опасности перенасыщения химических элементов					
$(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / Na^+$	≤ 60	1,40	1,52	0,91	0,71
$100 \cdot Mg^{2+} / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	≤ 50	33,1	42,1	37,0	35,0
$Na^{2+} / (Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$\leq 0,7$	0,71	0,66	1,10	1,40
Na^+ / Ca^{2+}	$\leq 1,0$	1,28	0,89	1,52	1,67
Оценка вод по опасности ошелачивания почв					
<i>pH</i>	6,5...7,8	7,1	7,3	7,5	7,7
$(HCO_3^- - Ca^{2+})$	1,00	0,76	1,63	0,85	1,41
Оценка вод по опасности ожогов растений					
Cl^-	$< 3,0$	81,0	117	111	157

В результате изменения гидротермического режима орошаемых земель в низовьях р. Сырдарья, резко изменилась интенсивность и направленность биологического и гидрологического круговорота воды и химических веществ, почвообразовательного процесса и минерализации поверхностных и грунтовых вод, степень и площадь засоленных земель, которые способствовали, в сравнение с 1960 г., формированию агроландшафтных систем, отличающихся от естественных ландшафтов, т.е., природно-техногенных систем с специфическими гидрогеохимическими режимами и экологическими ситуациями.

Таким образом, обобщение материалов за 1925...2010 гг., характеризующих природно-хозяйственные и экологические условия орошаемых земель в низовье р. Сырдарья показало, что данные по площади орошения, урожайности, качеству и объему поливных вод, структуре использования земель, водо-

потреблению и гидрогеохимическому состоянию орошаемых земель позволило оценить природные процессы в условиях антропогенной деятельности.

Таблица 9

Динамика мелиоративного состояния орошаемых агроландшафтов в низовье бассейна р. Сырдарьи

Почва	Единица измерения	Год					
		1960	1970	1980	1990	2000	2010
Незасоленная	тыс. га	66,4	60,5	52,3	36,6	32,2	18,1
	%	26,3	23,9	20,6	14,3	12,5	11,6
Слабо засоленная	тыс. га	50,9	51,1	54,2	60,2	65,1	41,9
	%	20,1	20,2	21,3	23,5	25,3	26,2
Средне засоленная	тыс. га	28,5	41,4	43,9	61,9	61,8	41,4
	%	11,3	16,3	17,3	24,1	24,0	25,9
Сильно засоленная	тыс. га	106,6	100,3	103,8	97,7	98,7	58,6
	%	42,3	39,6	40,8	38,1	38,2	36,6
Всего	тыс. га	252,4	253,3	254,2	256,4	257,8	160

Таблица 10

Динамика гидрогеологического режима орошаемых агроландшафтов в низовье бассейна р. Сырдарьи

Уровень грунтовых вод, м	Единица измерения	Год					
		1960	1970	1980	1990	2000	2010
> 5,1	тыс. га	124,2	113,3	99,4	62,3	64,7	21,1
	%	49,2	44,7	39,1	24,3	25,1	13,2
3,1...5,0	тыс. га	43,3	45,9	44,7	50,9	53,1	39,5
	%	17,2	18,1	17,6	19,9	20,6	24,7
2,1...3,0	тыс. га	56,3	40,1	54,4	50,7	54,6	37,0
	%	22,3	15,8	21,4	19,8	21,2	23,1
< 2,0	тыс. га	28,6	54,4	55,7	92,5	85,4	62,4
	%	11,3	21,4	21,9	36,4	33,1	39,0
Всего	тыс. га	252,4	253,3	254,2	256,4	257,8	160

Выводы и рекомендации. Проведенный структурно-системный анализ показал, что необоснованная стратегия использования водно-земельных ресурсов привела к низко продуктивным, трудномелиорируемым землям и увеличению оросительных норм. Так при испаряемости 800...1200 мм, техническая нагрузка на почву возросла до 4000 мм, что превышает испаряемость в природной системе в 4 раза. Это явилось причиной формирования техногенных нарушенных агроландшафтных систем.

В результате антропогенной деятельности, связанной с расширением масштабов мелиорации засоленных почв и почв, склонных к засолению, интенсивность геологического круговорота воды и химических веществ увеличивалась в 10 раз. Это привело к ухудшению качества поливных вод и гидрогеохимического состояния земель, в результате чего про-

исходил подъем уровня грунтовых вод и увеличение их минерализации, изменение направленности почвообразовательного процесса, что требует обратить особое внимание при реконструкции агроландшафтных систем в низовье р. Сырдарья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режима орошаемых земель. – М.: Агропомиздат, 1985. – 304 с.
2. Балюк С.А., Кукоба П.И., Ладных В.Я., Чауасова Л.А., Носоненко А.А. Новые критерии оценки качества оросительных вод // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – №2. – С. 21-22.
3. Буданов М.Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения. – Киев, 1970. – 48 с.
4. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсынов А.А. Арало-Сырдарьинский бассейн: гидроэкологические проблемы, вопросы вододеления. – Алматы: 2001. – 180 с.
5. Козыкеева А.Т., Кемелов Б., Ахметов Н.Х., Мустафаева Л.Ж. Экологическая оценка продуктивности агроландшафтов в условиях низовье реки Сырдарья // Наука и образования Южного Казахстана. – 2002. – №30. – С. 131-137.
6. Можейко А.М., Воротник Т.К. Гипсование солонцеватых каштановых почв УССР, орошаемых минерализованными водами, как метод борьбы с осолонцеванием этих почв // Труды УкрНИИ почвоведения. – 1958. – Т. 3. – С. 111-208.
7. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы, 1997. – 358 с.
8. Стародубцев В.М. Влияние орошения на мелиоративные качества речного стока. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 168 с.

Поступила 23.01.2014

Техн. ғылымд. докторы Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. докторы Ә.Т. Қозыкеева
Ж.Е. Ескермесов
Н.М. Құсмұханбетов

СЫРДАРЬЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ САЛАСЫНДАҒЫ ТАБИҒИ - ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІҢ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ТАБИҒИ- ТЕХНОГЕНДІК ЖҮЙЕНІҢ ҚҰРЫЛУЫНЫҢ ГИДРОГЕОХИМИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕСІ

Сырдарья өзенінің төменгі саласындағы ауылшаруашылық жерлердегі жер және су қорын пайдалану көп жылдық мәліметтерінің негізінде табиғи және техногендік жүйелердің қызметінің тәртібін анықтаудың нәтижесін, табиғи жүйенің бөлшектерінің өзгеріске түсу қарқынын және бағытын анықтауға мүмкіндік берді.

УДК 551.538.338.012.338.2

Канд. геогр. наук Алексей В. Чередниченко *

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ И
ОЖИДАЕМАЯ ДИНАМИКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В
КАЗАХСТАНЕ***ЭНЕРГЕТИКА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ, КО-
ЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ, СОКРАЩЕНИЕ ЭМИССИЙ, ПЛА-
НИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ*

На основе имитационной модели смоделированы изменения в выбросах парниковых газов на единицу продукции (киловатт) на ближайшие десять-двадцать лет с учётом планируемых изменений в структуре энерго-производства, обусловленных расширением использования возобновляемых источников энергии и вовлечения в энергобаланс страны атомной энергии. Показано, что, несмотря на ожидаемое значительное увеличение количества вырабатываемой энергии, выбросы парниковых газов могут снижаться, особенно при оптимальном использовании энергии от всех типов производителей.

В рамках сотрудничества с Ланмайер в Казахстане был выполнен проект по моделированию развития энергосистемы на 10...20 лет. Главной целью проекта было обоснованное планирование на основе моделирования развития энергосистемы Республики с учётом современных возможностей [2]. Необходимые для этого официальные данные были получены от Казахстанской компании по управлению электрическими сетями «KEGOC», и Министерства индустрии и новых технологий, а также Министерства окружающей среды и водных ресурсов (МОСВР).

В рамках проекта выполнено исследование базового уровня выбросов ПГ, с учетом расчета соответствующих коэффициентов выбросов углерода для Республики Казахстан на период с 2011 по 2020 годы. Рассчитанные коэффициенты выбросов углерода при производстве электрической энергии в Республике Казахстан могут способствовать разработке переводного коэффициента для расчета выбросов в рамках бэнчмаркета, а также возможности финансирования инвестиционных проектов. Это в

* АО Жасыл Даму МОСВР РК, г. Алматы

свою очередь может привести к более эффективному использованию энергии с точки зрения сокращения выбросов парниковых газов.

Исследование основано на анализе данных с учетом долгосрочной перспективы, и выполнялась с целью обоснованного моделирования развития энергосистемы Казахстана. Структура исследования базового уровня выбросов представлена на рис. 1.

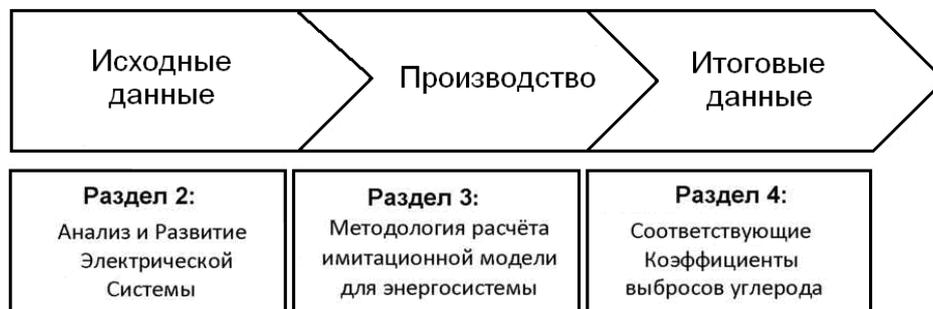


Рис. 1. Структура исследования базового уровня выбросов.

Энергосистема Казахстана рассматривается как национальная, под управлением «KEGOC», определяющая взаимодействие Северной и Южных зон, и отвечает за передачу электроэнергии и рыночную деятельность. Ее географическое положение представлено на рис. 2.

Общая мощность всех электростанций, подключенных к ОЭС Казахстана, за исключением тех, которые работают в изолированных сетях в Западном регионе, составляет 18,2 ГВт по данным за 2011 год [1, 3, 4].



Рис. 2. Объединенная энергосистема Казахстана. Источник – «KEGOC».

Доля выработки электроэнергии осуществляется угольными тепловыми электростанциями – 60,0 млрд. кВтч или 72,9 % от всей выработанной в РК электроэнергии;

- газомазутными станциями – 14,28 млрд. кВтч (в т.ч. газотурбинными – 4,84 млрд. кВтч) или 17,35 %;

гидроэлектростанциями – 7,99 млрд. кВтч или 9,75 %.

Альтернативные и возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в настоящее время составляют менее 1 %.

Что касается инфраструктуры системы передачи электроэнергии в Казахстане, то электрические сети разделены на различные классы и в основном формируются линиями электропередачи напряжением от 35 до 1150 кВ.

Благодаря своему географическому положению в Центральной Азии, Казахстан построил и эксплуатирует большое количество высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) международного значения, которые, например, соединяются с энергосистемами России, Узбекистана и Кыргызстана [5, 6].

Общая протяженность линий электропередачи, представленных в табл. 1, с учетом вышеупомянутых высоковольтных классов в структуре энергосистемы составляет около 24133 км.

Таблица 1

Общая протяженность линий электропередач, высоковольтных классов в структуре энергосистемы

UPS	1,150 кВ	500 кВ	220 кВ	110 кВ	35 кВ	Сумма
Казахстан	1,150	6,410	15,968	562	43	24,133

При этом потери электрической энергии в ОЭС Казахстана, опубликованные Всемирным банком в рамках Показателей мирового развития в 2012 году и составили 8,86 % от всей выходной электрической мощности в виде технических потерь [7, 8].

Анализ и прогноз спроса на электрическую энергию. Оценки спроса на электроэнергию в ОЭС и на перспективу были получены на основании анализа официальных данных, предоставленных «KEGOC» (рис. 3).

На рис. 4 представлены графики почасовой нагрузки и выработки электроэнергии в течение характерного рабочего дня летнего и зимнего периодов 2011 года. Очевидно, что общий объем выработки электроэнергии в летний период имеет тенденцию быть ниже, чем в зимний, когда, например, использование дополнительных обогревательных приборов повышает общий спрос на электроэнергию. Более того, пик выработки элек-

троэнергии наблюдается по суточному графику нагрузки в зимний период около 21:00 ч.

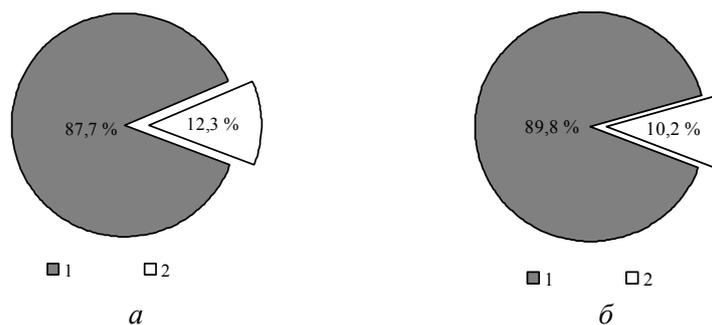


Рис. 3: Анализ и прогноз спроса на электроэнергию в ОЭС Казахстана. а – установленная мощность, МВт; б – производство электроэнергии, ГВт·ч.

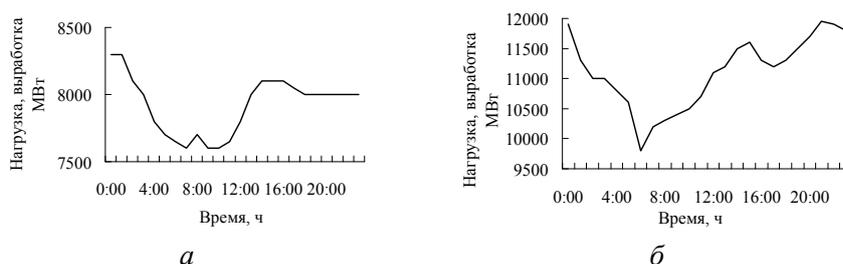


Рис. 4. Почасовая нагрузка и выработка электроэнергии дня летнего (а) и зимнего (б) периодов 2011 года.

На рис. 5 представлена динамика развития спроса на электроэнергию в целом по ОЭС Казахстана на основании официальных данных. Соответственно, был спрогнозирован среднегодовой прирост спроса на 4,8 % на период 2011...2015 гг. и 4,8 % на период 2016...2020 гг. На рис. 5 представлены объемы импорта и экспорта электроэнергии через границу Казахстана, что подтверждает, что ОЭС Казахстана остается значительным импортёром электроэнергии, однако, в перспективе вместо импорта ОЭС Казахстана начнет экспортировать электроэнергию в течение рассматриваемого периода.

После проведения анализа текущего и перспективного спроса на электроэнергию был спрогнозирован ожидаемый спрос и предложение с учётом возможных инвестиций в энергетику.

На рис. 6а представлены баланс спроса и предложения для ОЭС Казахстана на период 2011...2020 гг. Из представленных рисунков видно, что до 2020 года выводить из эксплуатации существующие мощности, которые способны удовлетворить прогнозируемый пиковый спрос на электроэнер-

гию до 2020 года включая крупные (около 2000 МВт) ГЭС. Однако, согласно стратегии Развития Энергетики в Казахстане ожидается ввод новых генерирующих мощностей.

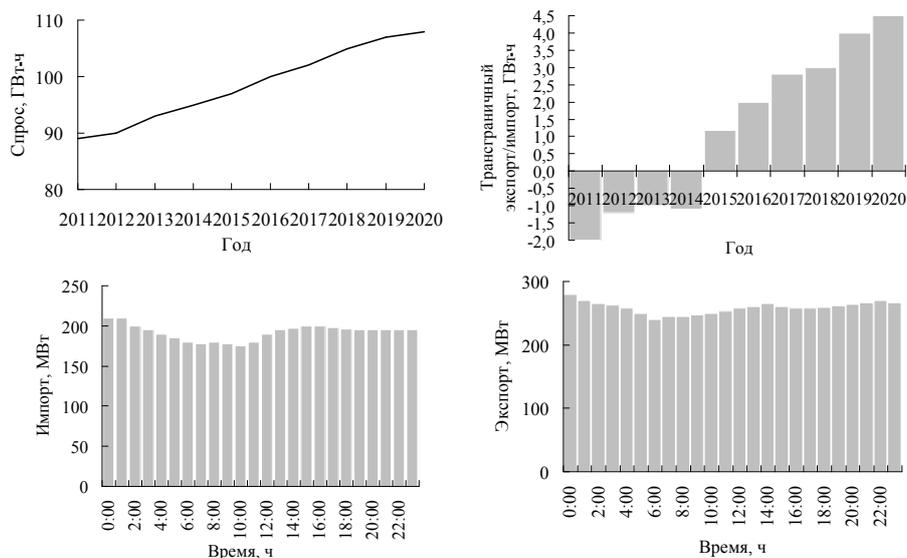


Рис. 5. Анализ и прогноз спроса на электроэнергию.

На рис. 6б представлен план расширения мощностей в ОЭС Казахстана. Новые ГЭС с мощностью 450 МВт будут введены в эксплуатацию в 2016 году. Кроме того, планируется ввести в эксплуатацию несколько электростанций по комбинированному производству тепла и электроэнергии (Тепловая электростанция ТЭС) с 2013 до 2016 гг.

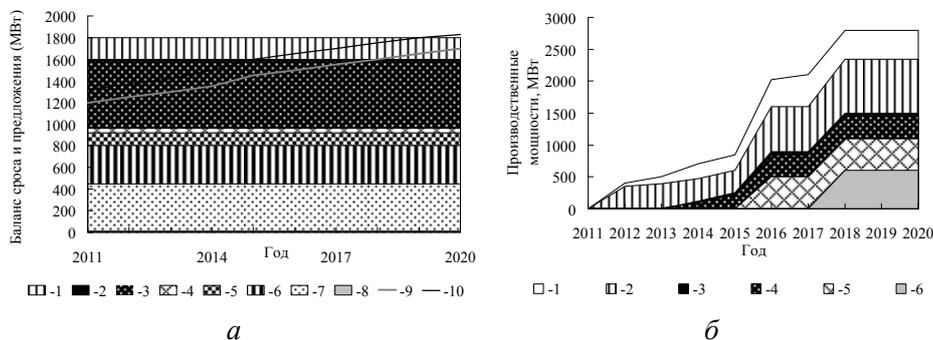


Рис. 6. Баланс спроса и предложения (а) и план расширения производства (б).

Начиная с 2012 года, предполагается ввод различных установок на основе возобновляемых источников энергии. К 2020 году их установленная мощность достигнет 540 МВт [2].

Реализация данных проектов приведет к повышению общей мощности на 2800 МВт до 2020 года в дополнение к существующим электростанциям. Таким образом, моделирование базировалось на предполагаемом изменении структуры энергетики в Казахстане на период 2011...2020 гг. Соответственно, коэффициенты выбросов углерода базировались на использовании данных представленных выше.

Основная методика расчетов коэффициентов выбросов углерода базируется на «Методе расчета коэффициентов выбросов для энергосистемы, версия 02.2.1» РКИК ООН, и заключается в сочетании коэффициента выбросов Рабочего диапазона (*РД*) и коэффициента выбросов Введенного диапазона (*ВД*).

Для расчета *РД* были применены четыре различных подхода. Данный метод расчетов позволяет разделить рассмотреть низкочастотные электростанции, т.е. электростанции с обязательной выработкой электроэнергии в энергосистему. Они определяются как электростанции, нагрузка которым задается независимо от дневной или сезонной нагрузки энергосистемы.

Простой скорректированный *РД* рассчитывается по следующему уравнению:

$$EF_{grid,OM-adj,y} = (1 - \lambda_y) \cdot \frac{\sum_m EG_{m,y} \cdot EF_{EL,m,y}}{\sum_m EG_{m,y}} + \lambda_y \cdot \frac{\sum_k EG_{k,y} \cdot EF_{EL,k,y}}{\sum_k EG_{k,y}},$$

где: $EF_{grid,OM-adj,y}$ – коэффициент выбросов CO_2 простого скорректированного *РД* в год y , $tCO_2/MВт \cdot ч$; λ_y – коэффициент, выражающий процент времени, в течение которого экономичные электростанции оказываются рентабельны в год y , %; $EG_{m,y}$ – количество электроэнергии нетто, выработанной и переданной в энергосистему энергоблоком m в год y , МВт; $EG_{k,y}$ – количество электроэнергии нетто, выработанной и переданной в энергосистему экономичными энергоблоками k в год y , МВт; $EF_{EL,m,y}$ – коэффициент выбросов CO_2 энергоблока m в год y , $tCO_2/MВт \cdot ч$; $EF_{EL,k,y}$ – коэффициент выбросов CO_2 энергоблока k в год y , $tCO_2/MВт \cdot ч$. Критический параметр λ_y , позволяющий провести дифференциацию между экономичными энергоблоками и другими энергоблоками с задаваемой нагрузкой.

Далее был рассчитан *ВД*, который представляет собой последние изменения в развитии внутри энергосистемы, в особенности там, где установленная генерирующая мощность возрастает.

В соответствии с требованиями РКИК ООН выборочная группа электростанций, содержащих *ВД*, состоит из:

(i) комплекта из пяти энергоблоков, которые были построены совсем недавно; или

(ii) комплекта дополнительных мощностей в энергосистеме, составляющих 20 % от общего объема выработки энергосистемы, и которые были построены в самое последнее время.

ВД рассчитывается следующим образом:

$$EG_{grid, BM, y} = \frac{\sum_m EG_{m, y} \cdot EF_{EL, m, y}}{\sum_m EG_{m, y}},$$

где $EG_{grid, BM, y}$ – коэффициент выбросов CO_2 введенного диапазона в год y , $tCO_2/MВт\cdotч$; $EF_{EL, m, y}$ – количество электроэнергии нетто, выработанной и переданной в энергосистему энергоблоком m в год y , $MВт\cdotч$; $EG_{grid, BM, y}$ коэффициент выбросов CO_2 энергоблока m в год y [$tCO_2/MВт\cdotч$].

После расчета коэффициентов выброса углерода *РД* и *ВД* общий объем выбросов углерода, который представляет собой приемлемый базовый сценарий в соответствующей энергосистеме, определяется как Комбинированный диапазон (*КД*) и рассчитывается по следующему уравнению:

$$EG_{grid, CM, y} = EF_{grid, OM, y} \cdot w_{OM} + EF_{grid, BM, y} \cdot w_{BM}.$$

Соответственно коэффициент выбросов углерода *КД* является производным от суммы *РД* и *ВД* при условии учета соответствующих средневзвешенных коэффициентов. В соответствии с методикой РКИК ООН средневзвешенные коэффициенты w_{OM} и w_{BM} определяются, как равные по умолчанию, где $w_{OM} = 0,5$ и $w_{BM} = 0,5$. В модели могут применяться и другие средневзвешенные коэффициенты (например, для ветровых и солнечных проектов).

Принципы построения имитационной, т.е. прогностической модели энергосистемы. Задача исследования базового уровня состоит в обеспечении прогноза наиболее вероятной динамики развития коэффициентов

выбросов в ОЭС Казахстана. Данный прогноз в дальнейшем именуется как «ожидаемые» расчеты в отличие от фактических расчетов, как описывалось выше.

Исследования не должны сводиться только к прогнозу коэффициентов выбросов энергосистемы, но также могут быть использованы для построения Модели, которая позволит пользователю выполнять перерасчеты коэффициентов выбросов на текущей основе. С учетом данного факта в Модель введены фактические расчеты, что позволило получить точные коэффициенты выбросов в энергосистеме в соответствии с правилами РКИК ООН. Базовая структура данной модели показана на рис. 7.

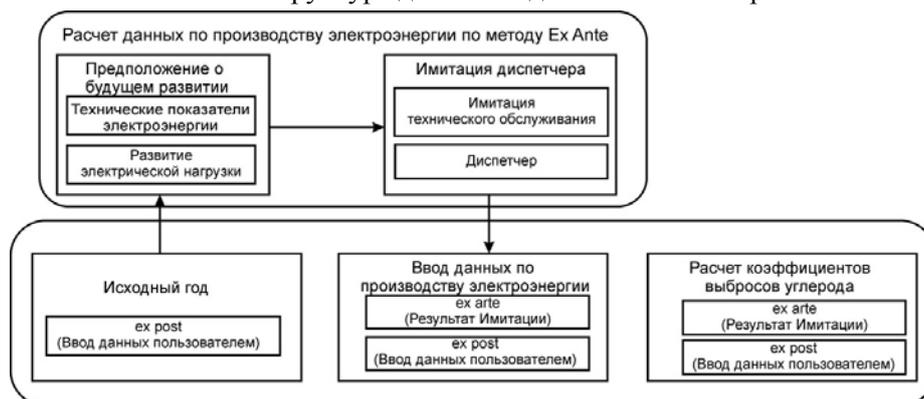


Рис. 7. Базовая структура расчетной модели энергосистемы.

Модель позволяет выполнять расчеты коэффициентов выбросов углерода в динамике и используется для фактических расчетов (исторических) и ожидаемых (прогностических). Разница скрыта в характере используемых параметров. Так как все вводные параметры за прошедшие годы уже существуют, их следует ввести в Модель, и она спрограммирует точные коэффициенты выбросов углерода на основании введенных значений. Для прогнозирования необходимые вводные параметры еще не реализованы.

По этой причине Имитационная модель энергосистемы учитывает официальные прогнозы развития энергосистемы, такие как установленная мощность, технологии, КПД, типы топлива, режим работы, прогноз внутреннего спроса на электроэнергию, а также импорт и экспорт электроэнергии. При функционировании данных параметров Имитационная модель моделирует работу энергосистемы со всеми имеющимися в ней энергоблоками. Иными словами: Имитационная модель энергосистемы производит вводные параметры, необходимые для расчета коэффициентов выбросов углерода на перспективу. Расчет ожидаемых коэффициентов выбросов углерода выпол-

няется на основании тех же принципов с теми же уравнениями и структурой, которые Модель использует для фактических расчетов (рис. 8).

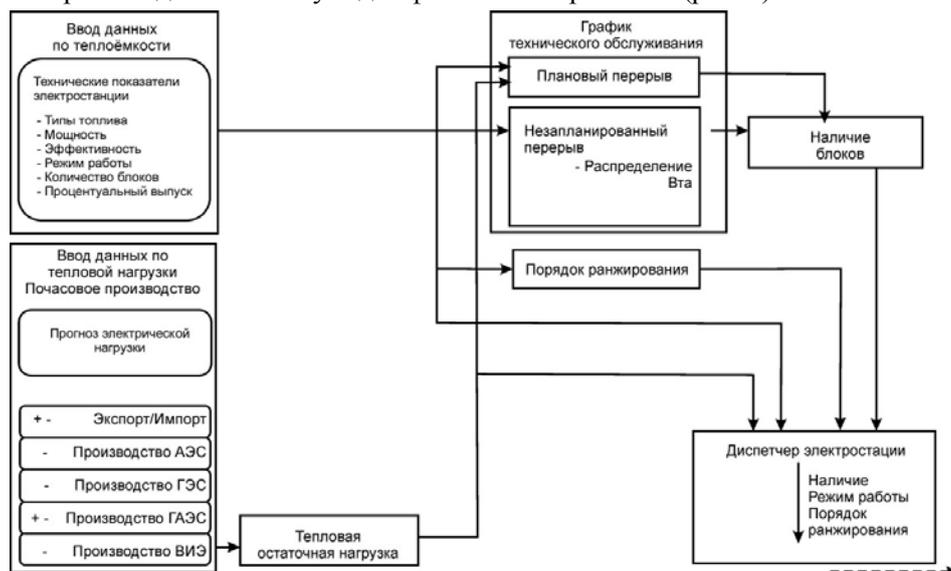


Рис. 8. Схема обработки данных в имитационной модели.

Как отмечалось выше, для модели требуются несколько вводных параметров, имеющих отношение к характеристикам, как действующих энергоблоков, так и вводимых в эксплуатацию до 2020 года. Кроме этого, необходима информация о спросе на электроэнергию (например, график почасовой нагрузки, годовой спрос на электроэнергию), а также данные по импорту / экспорту электроэнергии для прогнозирования полной нагрузки энергосистемы на каждый час и на прогнозируемый год. Данная электрическая нагрузка обеспечивается всеми имеющимися генерирующими энергоблоками. При такой схеме работа гидроэлектростанций, гидроаккумулирующих станций и станций, работающих на возобновляемых источниках энергии, исключается из общей нагрузки. Остаточная нагрузка покрывается серийными тепловыми электростанциями и называется «тепловая остаточная нагрузка».

При использовании информации о масштабах отключений каждого энергоблока программируется график ремонтных работ и технического обслуживания. Параллельно модель определяет порядок ранжирования тепловых электростанций в зависимости от их затрат на производство электроэнергии на качественной основе.

При функции всей этой информации управление нагрузкой тепловых электростанций выполняется при соблюдении эксплуатационных ограничений, таких как обязательная выработка электроэнергии, вращающийся резерв, а также технический минимум энергоблоков.

В результате управления нагрузкой рассчитывается годовой объем производства и соответствующие ему выбросы углерода. Процесс схематически отражен на рис. 9.



Рис. 9. Структура обработки данных для расчета коэффициента выбросов углерода в рамках Имитационной модели энергосистемы.

По методике РКИК ООН выбираются только недавно построенные энергоблоки, которые в сумме вырабатывают более 20 % всей производимой энергосистемой электроэнергией.

Выше указанный подход учитывает коэффициенты выбросов углерода со стороны поставщиков энергии. Кроме того, моделью предлагается опция расчета коэффициентов выбросов углерода со стороны потребления в соответствии с методом РКИК ООН «Методика расчета базового уровня выбросов, проектные выбросы и/или загрязнения от утечек энергии при потреблении электроэнергии, версия 1, ЕВ 39, приложение 7». Коэффициенты выбросов углерода со стороны энергоснабжения конвертируются через применение средних данных по техническим потерям в процессе передачи и распределения электричества в энергосистеме.

Прогноз остаточной (полезной) нагрузки, подаваемой тепловыми электростанциями. Для прогнозирования электрической нагрузки на следующий год требуются два входных параметра: во-первых, необходим почасовой профиль нагрузки за один («базовый») год. Во-вторых, необходим прогноз годовой выработки электроэнергии. Соответствующие прогнозы составляются на базе потребления («отпуска») электрической энергии. Это означает, что фактические потери в электрических сетях («техни-

ческие потери»), а также нетехнические потери, например, кражи электроэнергии, уже включены, т.е. рассчитаны в данных прогнозах. Почасовой график нагрузки базового года масштабируется годовым потреблением на уровне отпуска электроэнергии для получения прогнозного графика нагрузки на соответствующий год. При данном подходе удовлетворяется не только запланированный годовой спрос на электроэнергию, но и прописываются характерные модели потребления будущих периодов, в частности, время и предельный максимум нагрузки.

Модель разработана таким образом, чтобы пользователи могли изменить базовый год на год рассматриваемого периода, например на 2015. Так обеспечивается постоянное обновление прогноза рассчитанных в настоящее время коэффициентов выбросов на базе официальных прогнозных данных по энергосистеме с 2011 года с учетом официальных данных последующих периодов.

Официально спрогнозированная выработка электроэнергии из возобновляемых источников на будущие периоды моделируется таким образом, чтобы обеспечить постоянное покрытие базовой нагрузки в течение всего года.

Задачей гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) является снятие максимумов нагрузки для экономически более выгодной эксплуатации тепловых электростанций. На основании спрогнозированных данных по годовой выработке электроэнергии и значений нагрузки дана разбивка этих значений по дням, которые затем сведены в суточный график нагрузки при возникновении периодов пиковой нагрузки (и, соответственно, непиковых периодов) с учетом их максимальной номинальной мощности. Рис. 10 отражает работу ГАЭС в течение одних суток.

Работа гидроэлектростанций аналогична работе гидроаккумулирующих электростанций. Поскольку первичные энергоресурсы всегда доступны (возобновляемого характера), и доступ к ним легко контролируем, то гидроэлектростанции представляют собой оптимальные пиковые электростанции. Диспетчерское управление гидроэлектростанциями осуществляется таким образом, чтобы выровнять график нагрузки для снижения пиков. Кроме плотинных ГЭС существуют также русловые ГЭС (как правило, меньшей мощности) без водохранилищ. Данные станции обеспечивают выработку электроэнергии в режиме базовой нагрузки в течение суток. Базовый компонент ГЭС просчитан как 8 %, а пиковый – 92 % от ежесуточной выработки. На рис. 11 представлен пример суточной работы гидроэлектростанций.

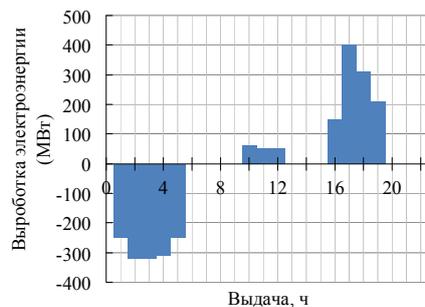


Рис. 10. Пример выработки и электрической нагрузки на гидроаккумулирующей электростанции за сутки.

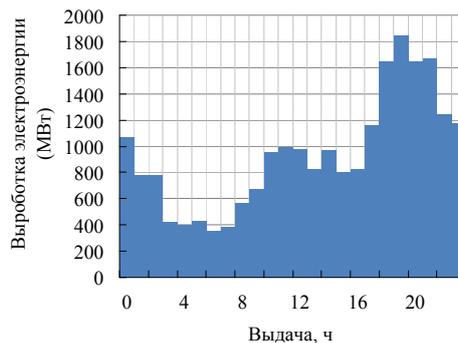


Рис. 11. Пример выработки электроэнергии на ГЭС за сутки.

Ввиду сезонных колебаний стока, внутригодовое распределение выработки электроэнергии было рассмотрено на основе информации, представленной «KEGOC» через МОСВР РК.

Выработка электроэнергии на ВИЭ, ГЭС и ГАЭС вычитается из общей нагрузки энергосистемы. Формируемый таким образом график нагрузки называется графиком остаточной нагрузки. Данная остаточная нагрузка затем должна быть подана тепловыми электростанциями.

Принцип ранжирования генерирующих компаний, заявленных в порядке цены за выработанную энергию и диспетчерское управление электростанцией. Эксплуатация электростанций определяется экономическими и техническими критериями. Принимая во внимание тот факт, что иерархия генерации определяется главным образом экономическими параметрами, фактическая эксплуатация ранжированных в таком порядке электростанций следует техническим правилам.

Кривая порядка ранжирования в первую очередь учитывает тип топлива, так как затраты на топливо представляют самую большую со-

ставляющую затрат в ПИКП. Далее принимаются во внимание мощности энергоблоков. В связи с тем, что крупные энергоблоки дают эффект масштабирования, их удельная стоимость выработки электрической энергии или нормированная стоимость электроэнергии (НСЭЭ) ниже стоимости выработки на аналогичном блоке с меньшей установленной мощностью.

В результате установленная мощность представляет собой второй критерий в рамках определения порядка ранжирования. Третий критерий учитывает средний коэффициент полезного действия энергоблоков, который определяет, насколько эффективно используется топливо для выработки электрической энергии. КПД каждого энергоблока был предоставлен соответствующими официальными ведомствами.

Электрическая мощность может быть скорректирована за счет регулирования количества пара, поступающего в турбину из котла. Тепловые электростанции, таким образом, представляют собой основу регулирования частоты в энергосистемах. Вследствие этого Модель учитывает эксплуатацию всех тепловых энергоблоков максимум на 90 % своей номинальной электрической мощности. Только в случае повышения нагрузки теплоэлектростанции эксплуатируются на номинальной мощности.

В зависимости от времени суток, а также дня недели средняя нагрузка в электрической сети составляет приблизительно 9000...11500 МВт, а в зимний период данное значение возрастает до 11500...15500 МВт. Максимальная нагрузка в системе возникает в зимний период (29 декабрь, ночное время суток, 22:00), когда часовая нагрузка составляет 15692 МВт.

Поскольку динамика технических и нетехнических потерь в Казахстане уже была включена в цифру годового спроса на электрическую энергию, то указанные выше цифры называются «уровнем отпуска». Данные величины представляют собой базу объемов выработки электрической энергии при расчете коэффициентов выбросов углерода для энергосистемы Казахстана.

Прогноз структуры энергетики. Согласно методике, описание которой приведено выше, отображенная ранее нагрузка послужила в качестве входного параметра для моделирования энергосистемы, которая затем распределяется между энергоблоками в соответствии со списком ранжирования производителей энергии в порядке заявленной цены, а также ограничениями по вращающемуся резерву.

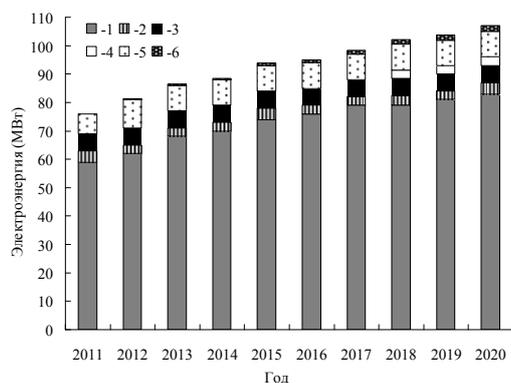


Рис. 12. Прогноз распределения нагрузки. 1 – угольные, 2 – газовые, 3 – жидкотопливные, 4 – атомные, 5 – гидроэлектростанции, 6 – возобновляемая энергетика.

В рассматриваемый день всего было произведено 310,6 ГВт·ч электрической энергии. На рис. 12 видно, что примерно треть энергии поставляется электростанциями по комбинированному производству тепла и электроэнергии (ТЭС), которые эксплуатируются с мощностью 4900 МВт·ч. Электростанции с мощностью 300 МВт также играют значительную роль, поскольку в течение данных суток они в среднем работают при 1700 МВт·ч. Электростанции с мощностью 200 МВт действуют в качестве промежуточных источников для выработки электроэнергии в режиме нагрузки и уменьшают их выработку в дневной период непиковой нагрузки.

Почти вся пиковая нагрузка поставляется гидроэлектростанциями, которые могут легко приспособить свой вывод мощности в соответствии с графиком нагрузки. В часы пиковой нагрузки они выдают 2000 МВт·ч, а во время непиковой нагрузки в ночное время, гидроэлектростанции уменьшают выходную мощность примерно на 100 МВт·ч. Выработка электростанции ВИЭ вносит 200 МВт·ч в общий объем производства электроэнергии. В основном недавно построенные угольные электростанции покрывают растущий спрос на электроэнергию в Казахстане. Таким образом, доля энергии, производимой угольными электростанциями, постоянно увеличивается. В 2011 году она составила 58,9 ТВтч от общей выработки, затем повышается к 2017 году до 79,4 ТВтч и последовательно возрастает к 2020 году до 83,2 ТВт·ч. Тем не менее, доля производства электроэнергии за счёт угля снижается и с 2018 года, когда появится ядерная энергия, она частично заменит производство электроэнергии на основе

угля. Годовой объем производства ядерной энергии составит 3,9 ТВтч (4 %).

Доля выработки электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии в общем объеме производства постоянно растет. В течение рассматриваемого периода она достигнет к 2020 году 1,9 ТВтч (1,6 %).

Коэффициенты выбросов углерода. На основании приведенной выше структуре выработки энергии на генерирующих мощностях, была рассчитана динамика развития годовых коэффициентов выбросов углерода. Рис. 13 отражает результаты по ОЭС Казахстана.

Коэффициент выбросов *РД* в 2011 г. составил 1,077 тСО₂/МВт·ч. После 2011 г. коэффициент выбросов *РД* остается почти неизменным, к 2020 г. Он уменьшится до 1,069 тСО₂/МВт·ч.

Коэффициент выбросов *ВД* отражает производство электроэнергии станциями, которые недавно введены в эксплуатацию. Коэффициент выбросов *ВД* в 2011 г. составил 0,769 тСО₂/МВт·ч, и остается практически неизменным до 2017 г. С вводом в эксплуатацию атомной электростанции в 2018 г., коэффициент выбросов *ВД* уменьшится до 0,613 тСО₂/МВт·ч, затем он останется почти без изменений до 2020 г. и составит 0,619 тСО₂/МВт·ч.

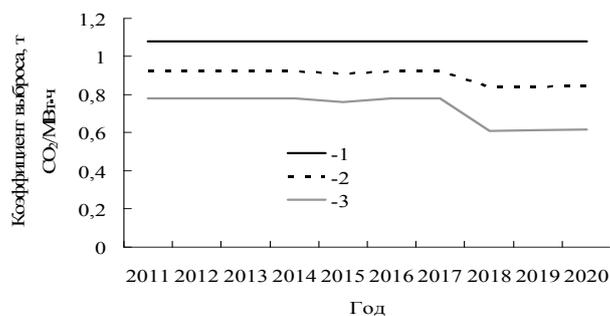


Рис. 13. Динамика развития коэффициентов выбросов Рабочего диапазона (1), Комбинированного диапазона (2) и Введенного диапазона (3).

Коэффициент выбросов *КД* учитывает и коэффициент выбросов *РД* и коэффициент выбросов *ВД*. Поскольку его значение соответствует в точности среднему из этих двух величин, то коэффициент выбросов *КД* составит 0,923 тСО₂/МВт·ч в 2011 году, и следует формам графиков *РД* и *ВД*. В 2020 году коэффициент выбросов *КД* составит 0,844 тСО₂/МВт·ч.

Таким образом, несмотря на ожидаемый рост количества вырабатываемой электроэнергии в Казахстане, в ближайшие годы, коэффициенты выбросов двуокси углерода на единицу продукции будут снижаться.

Дальнейшего снижения можно добиться, расширяя использование возобновляемых источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казахстан в 2012 году. Агентство Республики Казахстан по статистике. – 2013 г. Астана, 506 с.
2. Казахстан в цифрах. Агентство Республики Казахстан по статистике. – 2013 г. Астана, 527 с.
3. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050» – новый политический курс состоявшегося государства». Астана, 14.12.2012.
4. [Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан](#). Агентство Республики Казахстан по статистике. – 2013 г. Астана, 354 с.
5. Чердниченко Алексей. В. О некоторых экономических и законодательных основах успешного развития зеленой экономики. // Поиск. Серия экологическая. – № 4. – 2013. – С. 213-222.
6. Чердниченко Алексей. В. О перспективах успешного внедрения эффективных технологий в теплоэнергетику и снижение парниковых газов. // Поиск. Серия экологическая. – № 4. – 2013. – С. 193-212.
7. Green Labels Positively Impact Purchase Behavior, <http://www.environmentalleader.com/2008/05/20/green-labels-positively-impact-purchase-behavior>.
8. Sammer K., Wüstenhagen R. The Influence of Eco-Labeling on Consumer Behavior – Results of a Discrete Choice Analysis. Business Strategy & the Environment. Sept., 2005.

Поступила 18.12.2013

Геогр. ғылымд. канд. Алексей В. Чердниченко

ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ДАМУЫН МОДЕЛДЕУ ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ КҮТІЛЕТІН ПАРНИКТІ ГАЗДАР ЛАҚТЫРЫЛУ ДИНАМИКАСЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

Жақын он-жиырма жылға боямалау моделі негізінде энергоөндірушілер құрылымдарындағы бағдарланған өзгеруін ескерілген парникті газдар лақтыруларының өнім бірлігіне(киловат) өзгерісі, жаңартылған энергия көздерін қолдануды кеңейтуге және атом электростанциясы құрылысына шартталып моделденген. Өңделген энергия мөлшері айтарлықтай өскені күтілігенімен, әсіресе өндірушілерден барлық типті энергияны тиімді қолданғанда, парникті газдар төмендейтіні көрсетілген.

УДК 551: 631.416

Канд. геогр. наук Л.В. Лебедь *
Доктор с-х. наук А.И. Иорганский ****К ЗОНАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА
В КАЗАХСТАНЕ***ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ, ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД, ЗОНАЛЬНЫЕ
ПОЧВЫ*

В статье представлены предварительные расчеты запасов органического углерода в верхнем 0...0,3 м горизонте почв с ненарушенным сложением, выполненные на базе опубликованных в литературе диагностических почвенных показателей. Полученные результаты, могут быть использованы в национальной системе мониторинга и отчетности по выбросам парниковых газов от землепользования, включая сельскохозяйственное производство.

Природные и полуприродные экосистемы являются резервуарами для стока углекислого газа, который поступает из атмосферы по сложной цепи малого биологического круговорота углерода. На суше запасы органического углерода аккумулируются в основных его резервуарах – органическом веществе почвы (гумусе), биомассе растений, органике пресноводных водоемов, как элементах наземных экосистем, а также в полезных ископаемых. Глобальные запасы органического углерода в почве оцениваются величиной 2900 Гт, что больше в 3,5 раза по сравнению с его запасами в биомассе растений, которые составляют всего 828 Гт [1]. Природные условия и антропогенная деятельность сказываются на биохимических процессах фотосинтеза, дыхания, разложения, непрерывно протекающих в среде «почва – растения – воздух» под влиянием солнечной энергии и регулируют общий баланс аккумулируемого углерода [2, 11].

При мониторинге парниковых газов, в соответствии с руководящими документами Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (IPCC), учитываются изменения в запасах органического углеро-

* АО Жасыл Даму МОСВР РК, г. Алматы

** ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства» АО «КазАгроИнновация» МСХ РК

да в почве и биомассе растений. И отсюда изменения в количестве абсорбированного из атмосферы углекислого газа, вызванные природными возмущениями и действиями человека в процессе землепользования и управления землей [9, 10]. Изменения в запасах органического углерода рассчитываются для поверхностного корнеобитаемого слоя и обрабатываемого горизонта 0...0,3 м. При этом важно знать «эталонные» запасы почвенного углерода, т.е. изначальные запасы в почве с ненарушенным сложением покрытой естественной растительностью [10]. «Эталонный» запас углерода в минеральной почве для отдельной почвенной разности или территориального выдела площадью один гектар, можно рассчитать с использованием приведенной в [10] формуле:

$$M_c = 0,01G \cdot V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - K_3),$$

где M_c – масса углерода в поверхностном горизонте почвы 0...0,3 м на площади земли один гектар, т/га; G – содержание гумуса в горизонте почвы 0...0,3 м, %; V – объемная масса почвы в горизонте 0...0,3 м, т/м³; K_1 – объем почвенной массы на площади один гектар равный 3000 м³/га; K_2 – содержание углерода в органическом веществе почвы равное 0,58, безразмерная величина; K_3 – доля фракций > 2 мм в почве, безразмерная величина.

В качестве исходных данных при расчетах эталонных запасов органического углерода использовались химические и физические показатели почвы с ненарушенным сложением, полученные на территории Казахстана эмпирическим путем разными авторами и опубликованные в различное время в источниках [4, 6, 7, 12, 13, 14, 15]. Собранный архив эмпирических данных, включающий содержание гумуса, объемную массу, долю крупных фракций в поверхностном горизонте (табл. 1, 2) позволил рассчитать запас углерода в поверхностном горизонте почвы 0...0,3 м в разрезе зональных и интразональных ее типов и подтипов, с учетом естественного плодородия. Величины почвенных показателей для горизонта 0...0,3 м восстановлены путем линейной интерполяции (экстраполяции) значений из смежных горизонтов. Как видно из данных табл. 1, рассчитанный для минеральной почвы запас углерода (без поправки на крупные фракции) зависит в основном от содержания в ней гумуса и изменяется по территории до десяти раз и более. При одинаковом проценте содержания гумуса запас углерода может изменяться на величину до 10...15 % с изменением механического состава почвы.

Таблица 1
Физические и химические показатели почв в 0...0,3 м горизонте на территории Республики Казахстан

Механический состав	Объемная масса, т/м ³	Содержание гумуса, %	Запас углерода, т/Га
Среднесуглинистые	Серые лесные лесостепной зоны 1,10	4,2	80,4
Легкоглинистые и тяжелосуглинистые	Черноземы обыкновенные степные 1,05	7,9	144,3
Среднесуглинистые	1,11	5,4	104,3
Тяжелосуглинистые	Черноземы южные степные 1,07	4,8	89,4
Среднесуглинистые	1,11	4,6	88,8
Легкосуглинистые	1,28	3,7	82,4
Тяжелосуглинистые	Лугово-черноземные степные 1,00	8,5	147,9
Тяжелосуглинистые	Темно-каштановые степные 1,14	3,7	73,4
Среднесуглинистые	1,24	3,1	66,9
Легкосуглинистые	1,33	2,7	62,5
Супесчаные	1,45	1,9	47,9
Тяжелосуглинистые	Каштановые степные 1,15	2,5	50,0
Среднесуглинистые	1,24	2,2	47,5
Легкосуглинистые	1,35	2,0	47,0
Супесчаные	1,45	1,8	45,4
Тяжелосуглинистые	Лугово-каштановые степные 1,00	8,9	104,4

Механический состав	Объемная масса, т/м ³	Содержание гумуса, %	Запас углерода, т/га
Светло-каштановые полупустынные			
Тяжелосуглинистые	1,17	2,0	40,7
Среднесуглинистые	1,24	1,5	32,5
Легкосуглинистые	1,37	1,3	31,0
Супесчаные и пески	1,45	1,0	25,2
Солонцы лугово-степные			
Тяжелосуглинистые	1,10	2,3	44,0
Бурые пустынные			
Тяжелосуглинистые	1,25	1,2	26,1
Среднесуглинистые	1,30	0,9	20,4
Легкосуглинистые	1,36	0,9	21,3
Супески и пески	1,48	0,3	7,7
Серо-бурые			
Среднесуглинистые	1,30	0,8	18,1
Легкосуглинистые	1,40	0,7	17,0
Супесчаные	1,40...1,44	0,6	14,6...15,0
Солонцы пустынные			
Среднесуглинистые	1,28	0,8	17,8
Солончаки			
Среднесуглинистые	1,25	0,5	10,9
Светлые сероземы			
Среднесуглинистые	1,25	0,9	19,6
Легкосуглинистые	1,40	0,7	17,0
Сероземы обыкновенные			
Тяжелосуглинистые	1,15	2,4	48,0
Среднесуглинистые	1,20	1,3	27,1

Механический состав	Объемная масса, т/м ³	Содержание гумуса, %	Запас углерода, т/га
Среднесуглинистые	Сероземы луговые 1,31	1,6	36,5
Среднесуглинистые	Светло-каштановые предгорий 1,22...1,25	2,2...2,9	38,3...43,5
Среднесуглинистые	Темно-каштановые предгорий 1,20...1,25	3,5-2,5	62,4-54,4
Тяжелосуглинистые	Черноземы предгорий 1,03	6,8	100,4
Среднесуглинистые	Горные черноземы низкогорий 1,13	4,6	90,4
Тяжелосуглинистые	1,0	8,5	147,9
Тяжелосуглинистые	Коричневые почвы низкогорий 1,10	5,0	95,7
Среднесуглинистые	1,22	2,8	59,4
Тяжелосуглинистые	Горно-лесные среднегорий 1,0	7,0-20,0	121,8...348,0
Тяжелосуглинистые	Горно-степные, горно-луговые и горно-тундровые высокогорий 1,0...1,10	4,0...6,5	69,6...113,1
Среднесуглинистые	Торфяно-болотные 1,10	5,8	111,0
Среднесуглинистые	Лугово-болотные 1,25	3,5	76,1
Среднесуглинистые	Болотно-луговые 1,15	2,6	52,0
Среднесуглинистые	Аллювиально-луговые 1,20	2,1	43,8
Солончаки в понижениях	0,96	1,6	29,1

Таблица 2

Доля крупных фракций и механических элементов в 0...0,3 м горизонте почв на территории Республики Казахстан

Почвы равнин	K_3	Почвы предгорий и гор	K_3	Почвы понижений, пойм и лиманов	K_3
Серые лесные	0,010	Сероземы светлые, сероземы обыкновенные, черноземы и каштановые в предгорьях	0,033	Горфяно-болотные, лугово-болотные, аллювиально-луговые, солончаки	0,000...0,020
Черноземы обыкновенные	0,020	Горные черноземы, коричневые в низкогорьях	0,05...0,10	Сероземно-луговые, лугово-черноземные, лугово-каштановые	0,050...0,100
Черноземы южные карбонатные	0,056	Горно-лесные в среднегорье	0,05...0,30		
Черноземы южные нормальные	0,000	Горно-степные, луговые, тундровые в высокогорьях	0,05...0,30		
Черноземы южные не полно-развитые	0,130				
Солонцы степные	0,005				
Темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые	0,027				
Светло-каштановые не полно-развитые в межсочных понижениях	0,150				
Бурые глинистые	0,027				
Бурые суглинистые песчаные	0,010				
Солонцы бурые	0,010				
Серо-бурые	0,010				
Пески и такыровидные почвы	0,030				

Осредненные показатели запаса органического углерода для почвы с ненарушенным состоянием в разрезе природных зон и подзон, выделяемых на территории Казахстана, обобщены в табл. 3 с характеристиками хозяйственного освоения земли. Они получены на базе данных табл. 1, почвенной карты Казахстана масштаба 1:5 000 000 и Карты земельных ресурсов Казахстана масштаба 1: 7 500 000, которые заимствованы из источника [8].

Таблица 3
 Зональное распределение земельного фонда и почвенного углерода (рассчитанные величины) на территории
 Республики Казахстан

Подзона	Преобладающая (зональная) почва	Площадь, млн. га	Запас углерода в 0...0,3 м горизонте почвы, т/га	Хозяйственное использование земель
Равнинная территория				
Лесостепная	Серые лесные оподзоленные, лугово-черноземные с солонцами степными	0,4	79,6	Лесопользование, а также под пашню, пастбище и сенокос
Степная				
Умеренно увлажненные степи	Черноземы обыкновенные, лугово-черноземные с солонцами степными	12,0	126,1	Преимущественно под пашню без орошения, выборочно под пастбище, сенокос на неудобных землях, лесопользование на отдельных участках лесных земель
Умеренно засушливые степи	Черноземы южные с солонцами степными	12,9	84,5	Преимущественно под пашню без орошения, выборочно под пастбище, сенокос на неудобных землях, лесопользование на отдельных участках лесных земель
Сухие степи	Темно-каштановые с солонцами степными, лугово-каштановые	27,7	62,7	Преимущественно под пастбище и сенокос, под пашню до 30 % площади без орошения

Подзона	Преобладающая (зональная) почва	Площадь, млн. га	Запас углерода в 0...0,3 м горизонте почвы, т/га	Хозяйственное использование земель
	Каштановые	24,36	46,0	Преимущественно под пастбище, вы- борочно под пашню до 15 % площади без орошения
Пустынно-степная (по- лупустыня)	Светло-каштановые	37,5	32,6	Преимущественно под пастбище, вы- борочно под пашню до 3...5 % площа- ди без орошения и с орошением
Пустынная				
Северная пустыня	Бурые пустынные с солонцами и солончаками Супески и пески	57,4	26,8 7,7	Преимущественно под пастбище, вы- борочно под пашню до 1 % площади с орошением
Типичная (средняя) пустыня	Серо-бурые пустынные с солон- цами и солончаками Пески пустынные Такыровидные почвы и такыры	57,4	18,9 8,1 22,1	Преимущественно под пастбище, вы- борочно под пашню до 1 % площади с орошением. Лесопользование (саксау- ловый лес)
Горная территория				
Предгорная, отчасти низкогорная пустын- ных степей, крупно- травных и низкотрав- ных саванн	Сероземы светлые Сероземы обыкновенные Предгорные каштановые и чер- ноземы	4,12 3,60 8,28	19,1 38,5 87,9	Преимущественно под пастбище. В низкогорьях под сенокос, выборочно под пашню от 15 до 35 % площади с орошением и естественным увлажне- нием (на богаре)
Степная в низкогорье	Горные темно-каштановые, гор- ные черноземы степные, горно - степные, термоксероморфные	9,7	107,3	Преимущественно под летние пастбища и сенокос. Лесоразведение и горное садоводство. Выборочно под пашню до 15 % площади

Подзона	Преобладающая (зональная) почва	Площадь, млн. га	Запас углерода в горизонте почвы, т/га	Хозяйственное использование земель
Лесолуговая и лугово-степная, хвойно-таежная в среднегорье	Горно-лесная темноцветная, горно-лесная серая и темносерая, горно-лесная черноземовидная	4,7	152,0	Преимущественно лесопользование, выборочно под пастбище на площади до 35 % на участках доступных по рельефу
Тундровая, луговая, лугово-степная в высокогорье	Горные тундровые, луговые альпийские и субальпийские, высокогорные луговые степные, высокогорные степные и темноцветные	3,0	92,3	Выборочно под пастбище в высокогорных долинах
Понижения				
Естественные понижения, поймы рек, лиманы	Сероземы луговые		36,1	Используются под пашню и сенокос
	Лугово-каштановые		103,4	
	Лугово-черноземные		146,4	Преимущественно под сенокос и выборочно под пашню с орошением. Тугайные леса.
	Торфяно-болотные, лугово-болотные, болотно-луговые, аллювиально-луговые, солончаки понижений	4,1	62,0	

Величины запаса углерода в горизонте почвы 0...0,3 м представлены в табл. 3 с учетом площадного участия типов почв по показателям плодородия и механическому составу. Также учтена поправка на углерод, отсутствующий в механических элементах почвенной массы размерами больше 2 мм в виде крупного песка и каменистой части почвы, а также в минеральных включениях лишенных почвенного покрова как крупной гальке, валунах, других окаменелостях [2]. Значения K_3 , представляющие долю крупных фракций в почве, обобщены в табл. 2. Наибольшие величины рассчитанного запаса углерода в 0...0,3 м горизонте приходятся на горно-лесные почвы – 152 т/га, лугово-черноземные почвы в понижениях – 146,2 т/га, черноземы обыкновенные на равнине – 126 т/га и горные черноземы – 119 т/га. Наименьший запас углерода 7...8 т/га в поверхностном горизонте почвы содержат пески и супески. Приведенные в табл. 1 данные также позволили получить осредненные на национальном уровне показатели «эталонных» запасов углерода для основных категорий землепользования с учетом географического распределения площадей на территории Казахстана, использованных из источников [3, 5, 8]. Рассчитанные средние величины запаса углерода в поверхностном горизонте почвы с ненарушенным сложением составляют: для обрабатываемых земель, используемых под пашню – 75,1 т/га, для пастбищных земель – 51,3 т/га, сенокосов – 70,1 т/га и для лесных земель, включая саксауловые леса – 68,7 т/га, для пустынных саксауловых лесов отдельно – 14,6 т/га.

Рассчитанные, в том числе для пахотных земель Казахстана, «эталонные» запасы углерода в поверхностном горизонте почвы в целом согласуются с количественными показателями органического вещества (гумуса) в почвах с отсутствующими следами дегумификации. Эти данные были получены ранее в Институте почвоведения МСХ РК (в настоящее время Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У. Успанова) и приводятся в работе [14]. Рассчитанные авторами статьи величины имеют следующие значения: черноземы обыкновенные – 123 т/га, черноземы южные – 75 т/га, темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые – 56, 51 и 34 т/га соответственно, сероземы обыкновенные и сероземы светлые – 30 и 26 т/га соответственно.

Рассчитанные на национальном уровне средние величины «эталонных» запасов углерода в почве, в целом являются соизмеримыми с осредненными на глобальном уровне зональными показателями запаса углерода в почвах под естественной растительностью, которые приводятся в Руководящих документах МГЭИК [9]. Для сравнения приведем отдельные

глобальные показатели запаса почвенного углерода по природным зонам выделяемым МГЭИК. В том числе, для умеренно-холодной и сухой зоны, которая характерна для северной половины Казахстана, глобальные величины запасов углерода в почвенном горизонте 0...0,3 м приводятся от 33 т/га (все почвы независимо от таксономической классификации содержащие больше 70 % песка и меньше 8 % глины) до 50 т/га (почвы с минералами высокоактивного глинозема – легко/умеренно выветриваемые почвы). Для умеренно-теплой и сухой зоны, с климатическими условиями характерными для южной половины Казахстана, запасы углерода приводятся от 19 т/га (почвы с преобладанием песчаного субстрата) до 38 т/га (почвы с преобладанием глинистого субстрата).

Полученные расчетным путем «эталонные» запасы углерода для почв Казахстана могут пополнить методическую базу, разрабатываемую МОСВР РК в рамках национальной системы мониторинга парниковых газов и найти практическое применение при расчетах потоков углерода и других видов газов для различных категорий управляемых земель, вовлекаемых в землепользование и сельскохозяйственное производство. По мере получения дополнительной информации результаты в дальнейшем могут уточняться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенков Е.П., Кондратьев К.Я. Круговорот углерода и климат. –Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.
2. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. – М.: Высшая школа, 1981. – 399 с.
3. Геоботанические работы в системе землеустройства Республики Казахстан (состояние и перспективы) / Под ред. З.Д. Дюсенбекова. – Астана: 2005. – 137 с.
4. Карбышева А.Д. Агрогидрологические свойства почв Казахской ССР (справочник). – Алма-Ата. – 1964. – 350 с.
5. Комплексное освоение кормовых угодий // Под ред. С.А. Абдильдина – Алма-Ата: Кайнар, 1986. – 206 с.
6. Левицкая З.П. Водно-физические свойства и запасы продуктивной влаги почв пустынно-пастбищной зоны Казахстана (Справочник) – Алма-Ата: 1973. – 312 с.
7. Почвы долины реки Чу / Под ред. А.И. Волков. – Алма-Ата: Наука, – 1971. – 364 с.

8. Почвы, земельные ресурсы // Национальный атлас Республики Казахстан, т. 1. – Алматы: 2006.
9. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. МГЭИК, 2003.
10. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, Т.4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования. МГЭИК, 2006.
11. Соколовский А.Н. Сельскохозяйственное почвоведение. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 328 с.
12. Средние многолетние запасы продуктивной влаги под озимыми и ранними яровыми культурами по областям, краям, республикам и экономическим районам. Справочник, Том 2. / Под ред. Л.С. Кельчевской – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 65 с.
13. Фаизов К.Ш., Уразалиев Р.А., Иорганский А.И. Почвы Республики Казахстан. – Алматы: 2001. – 289 с.
14. Фаизов К.Ш., Кененбаев С.Б., Мамутов Ж.У., Есимбеков М.Б. География и экология почв Казахстана. – Алматы: 2006. – 348 с.
15. Южные черноземы Северного Казахстана // Под ред. У.У. Успанова. – Алма-Ата: Наука, 1974. – 230с.

Получена 17.03.2014

Геогр. ғылымд. канд. Л.В. Лебедь
А-шар. ғылымд. докторы А.И. Иорганский

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҚ КӨМІРТЕКТИҢ АЙМАҚТЫҚ ТАРАЛУЫ

Мақалада реттелмеген құрылымымен топырақтың 0...0,3 м жоғарғы белдеулігіндегі органикалық көміртек қорын, топырақтың диагностикалық көрсеткіштері әдебиеттерінде жарияланған мәліметтер негізінде, есептеу нәтижелері келтірілген. Алынған нәтижелер, ұлттық мониторинг жүйесінде және жер пайдаланудан парникті газдар лақтырулары бойынша, ауыл шаруашылығын қоса алғанда есеп беруде қолданылуы мүмкін.

УДК 631.45.67

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов *

НЕФТЕХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД И ВОДЫ ИЗ НАГОНА КАСПИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ ВОСТОЧНОГО ПРИКАСПИЯ*ГРУНТОВАЯ ВОДА, РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЙ УЧАСТОК, НЕФТЕХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ПОРОГ ТОКСИЧНОСТИ, БИОДЕГРАДАЦИЯ НЕФТИ, ТОКСИЧНАЯ СОЛЬ*

Рассмотрена сложная картина загрязнения грунтовой воды нефтепродуктами. Загрязнение воды нефтью приводит к значительному возрастанию ее токсичности. Раскрыта роль токсичных солей при нефтезагрязнении и их связь со степенью нефтезагрязнения.

Основными источниками загрязнения нефтепромысла являются эксплуатационные и нагнетательные скважины. Кроме поступления нефти из-за разнообразных утечек при технологических операциях, происходит загрязнение среды минерализованными водами и рассолами на узлах очистки стоков, кустовых насосных станциях и в системе водоводов. Практически на каждом кусте можно обнаружить его прорывы и следы потоков нефти вниз по течению до ближайшего тальвега. В период весенних и осенних дождей нефть сносится течением дождевых вод, образуя полосы замасоченности грунта шириной до нескольких сотен метров. При случае прорывов магистральных трубопроводов образуются наиболее обширные поля загрязнения. Повышенный склоновый сток способствует увеличению смыва нефтепродуктов. Еще один фактор, негативно влияющий на экологическую обстановку в регионе – подъем уровня Каспийского моря, что ведёт к затоплению обширных территорий, повышению уровня грунтовых вод, заболачиванию и засолению почв. Наличие обширных мелководий, очень малых уклонов дна прибрежной зоны в пределах Республики Казахстан является причиной того, что даже небольшое повышение уровня моря влечет за собой затопление обширных территорий. При повышении уровня моря на 1 м затопливается площадь до 10...17 тыс. км². Загрязне-

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

ние моря нефтепродуктами происходит вследствие затопления недостаточно защищенных нефтяных промыслов при поднятии уровня моря и нагонах. В результате нагонов и сгонов, в море попадают нефтепродукты, нерастворимые отбросы, которые вызывают перестройку и снижение продуктивности биоценозов бентоса. В настоящее время только в Атырауской области 20 месторождений уже подвержены воздействию Каспия. В Казахстанском секторе моря затоплено более 150 скважин (в Атырауской области – 102), из которых 120 – продуктивные и числятся законсервированными. Они оборудованы надлежащим образом с целью предотвращения утечек нефти в море. Полностью затоплены нефтепромыслы: Восточная Кокарна, Тажигали, Прибрежное, Пустынное и др.

Для защиты комплекса месторождений Прибрежной зоны на участке береговой линии от Прорвинской группы месторождений на юге до Западно-Королевского месторождения на севере, построена система дамб протяженностью около 160 км и высотой 2,5...5,0 м. Особую опасность для северной заповедной части Каспия представляет эксплуатация нефтяных месторождений «Мартыши», «Карсак», «Прорва», «Терен-Озек». Практически все они находятся в воде из-за фильтрации морских вод через дамбы. Это привело к заболачиванию и засолению почв. Содержание нефтепродуктов в грунте северо-восточных мелководий в 15...20 раз превышает ПДК. Нефть, попадая в воду, претерпевает физико-химические и биологические изменения. Нефть со значениями плотности от 0,816 до 0,839 г/см³, с температурой застывания от +1 до – 17,5 °С, со средним количеством светлых фракций до 65 объемных % претерпевает следующие преобразования. Летучие компоненты в воде сначала активно испаряются, затем эти процессы замедляются, и требуются 12...15 ч, чтобы улетучилось 25 %. При температуре выше 15 °С почти все легкие нефтяные углеводороды (УВ) испаряются за 10 суток. Испарение летучих фракций приводит к увеличению плотности тяжелых фракций. Этому также способствует высокие содержания парафиновых соединений (до 5,6 весовых %), сорбция нефти на твердые минеральные частицы и планктон, что приводит к выпадению нефтяных глобул на дно водоемов. Объемы их выпадения зависят от многих факторов и могут быть оценены в среднем в 30 % за время миграции нефти. Сюда же можно отнести задержку нефти прибрежной и донной растительностью. Вместе с тем известно, что только 10 г нефти способна загрязнить 1 м³ воды до такой степени, что она будет не пригодна для питья, хозяйственных нужд и обитания животных.

Очистка воды происходит за счет ассимиляционной способности самой морской среды. Исходя из классического определения Фелпса-Стритгера, интенсивность самоочищения водной среды прямо пропорциональна загрязнению, если нет ограничивающих условий. Чаще всего в водоемах этим ограничивающим условием является недостаток кислорода. По данным Eckenfeldera [2], при концентрации кислорода ниже 2 мг/дм^3 начинается заметное торможение биохимических процессов жизнедеятельности микроорганизмов.

Под воздействием воздуха, солнца и морской воды с нефтью происходят химические реакции в сочетании с процессами растворения, испарения, фотохимическими реакциями и микробиологической деградацией. Основное влияние на скорость биodeградации нефти оказывает температура и pH среды. Для развития бактерий наиболее благоприятна температура воды $20 \dots 28 \text{ }^\circ\text{C}$. При температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$ популяция нефтеокисляющих бактерий может обработать 1 мг нефти в сутки, а при температуре $5 \text{ }^\circ\text{C}$ – $0,1 \text{ мг}$. Наилучшее развитие нефтеокисляющих бактерий происходит при $\text{pH} = 6,0 \dots 7,5$ [1].

Загрязнение территории нефтепромыслов и воды Каспийского моря находится в тесной связи с химическим составом нефти и пластовых вод, механическим и минералогическим составом почв и почвообразующих пород, а подвижность токсикантов и их распределение по поверхности зависит от физико-химических свойств почв и рельефа местности.

Теперь переходим к рассмотрению конкретных условий изменения содержания нефтепродуктов в грунтовой воде и в водах из нагона Каспия. Прежде немного остановимся на функционировании месторождения «Караарна». Согласно постановлению № 273 акимата Жылойского района Атырауской области от 30.10.2008 года для оказания услуг на месторождении «Караарна» были выделены земельные участки общей площадью $1298,9 \text{ га}$.

В связи с ростом территории месторождения «Караарна» от $42,18 \text{ га}$ до $1298,9 \text{ га}$, в конце 1960 годов объединение «Минавтодор» КазССР использовал нефть месторождения «Караарна» в качестве дорожного битума. Для сбора добываемой нефти были использованы вырытые в земле амбары. Скопленную нефть перевозили на Кульсаринский битумный завод автотранспортом и узкоколейной железной дорогой Караарна-Кульсары. В ТОО «Геоэкосервис» было дано задание определить площадь исторический загрязненных мест использованных в те времена в качестве

амбаров для нефти. Согласно итоговому отчету этой же организации, был заключен договор с ТОО «GreenStarCompany–A.S.» для разработки проекта рекультивации на территории месторождения «Караарна». Согласно договора был разработан проект на 2011...2015 гг. для рекультивации загрязненных исторических мест площадью 11,3 га. 12 ноября 2010 года на этот проект было выдано заключение № 1-239 Государственной экологической экспертизы Департамента экологии Жайык-Каспий. Согласно проекту были очищены исторические загрязненные земельные участки цеолитно-микробиологическим методом.

Теперь рассмотрим поведение нефтепродуктов в грунтовой воде на этих рекультивационных участках. Они расположены в северо-восточной части месторождения «Караарна» и делятся на участки: неподготовленные для рекультивации, поле нефтяной эмульсии, рекультивационный участок 2010 г., рекультивационный участок 2011 г. и рекультивационный участок 2012 г. (табл.). Были отобраны пробы воды с различных глубин. В поле нефтяной эмульсии с поверхности, а остальные в зависимости от уровня грунтовых вод с 20 до 105 см.

Таблица

Содержание нефтепродуктов в пробах грунтовых вод и воды из нагона Каспия с месторождений «Караарна» и «Восточная Кокарна»

Место отбора пробы воды, дата	Содержание нефтепродуктов, мг/дм ³	Превышение уровня ПДК
<i>Месторождение «Караарна»</i>		
Вода грунтовая из разреза р-2. УГВ 105 см. Участок рекультивации 2012 г. 19.06.13. М = 260,108 г/дм ³	47,5	95
Грунтовая вода около скв. 7. На участке рекультивации 2010 г. УГВ 120 см. 23.06.2013. М = 42,150 г/дм ³	14,0	28
Грунтовая вода из разреза р-4. УГВ 100 см. Рекультивационный участок 2012 г. 19.06.2013 г. М = 193,089 г/дм ³	19,0	38
Поле нефтяной эмульсии. 20.06.2013. М = 210,827 г/дм ³	1055,0	2110
Прикопка № 2. Вода с нефтяной эмульсией. Участок не подготовленный для рекультивации. 20.06.2013. УГВ 20 см. М = 152,508 г/дм ³	не < 23110	46220
Грунтовая вода из разреза р-6. В 90 м от скв. 139. УГВ 100 см, установилась на 90 см. 22.06.2013.	27,0	54

Место отбора пробы воды, дата	Содержание нефтепродуктов, мг/дм ³	Превышение уровня ПДК
М = 153,288 г/дм ³ Грунтовая вода из разреза р-8 (солончак). УГВ 80 см. 22.06. 2013. М = 165,281 г/дм ³	1,05	2,1
Грунтовая вода из разреза р-10. УГВ 120 см, установилась на глубине 110 см. 21.06.2013. М = 130,815 г/дм ³	5,5	11
Месторождение «Восточная Кокарна»		
Грунтовая вода из разреза р-17. 27.06.2013. М = 143,633 г/дм ³	2,45	4,9
Грунтовая вода из разреза р-18. УГВ 100 см, установилась на 80 см. 26.06.2013. М = 131,915 г/дм ³	1,05	2,1
Грунтовая вода из разреза р-19. УГВ 100 см, установилась на 90 см. 26.06.2013. М = 131,017 г/дм ³	4,1	8,2
Вода из нагона Каспия, у дамбы обвалования. 26.06.2013. М = 59,292 г/дм ³	9,5	19

Из результатов анализа проб воды мы видим, что максимальное загрязнение зафиксировано в водах с нефтяной эмульсией, на участке, неподготовленном для проведения рекультивационных работ (прикопка 2). Здесь ситуация разворачивается так: поле сплошь заполнено нефтяной эмульсией. Поверхность покрыта нефтью со смесью темных кусочков и пятен битума. Образуется смесь техногрунта и нефти с темным окрашиванием буро-коричневого цвета. Содержание нефтепродуктов в такой смеси, взятой с глубины 20 см, составляет не менее 23110 мг/дм³. При ПДК – 0,5 мг/дм³ (для морской воды) превышение нефти составляет 46220 раз. В образце воды, отобранной с поля нефтяной эмульсии (прикопка 1), с глубины 20 см, содержание нефтепродуктов также высокое и составляет 1055,0 мг/дм³. Превышение ПДК составляет 2110 раз. Это поле заполнено нефтяной эмульсией и подготовлено для проведения рекультивационных работ. Поверхность темно-коричневая с желто-коричневыми оттенками и пятнами битума. В процессе проведения рекультивационных работ содержание нефтепродуктов в грунтовой воде начинает снижаться. Рассмотрим рекультивационный участок 2012 г. (р-2). Этот участок подвергался цеолитно-микробиологическим методам с интенсивной обработкой почвы: перекапывание на глубину 1,5 м; обвалование и смешивание слоев замасоченного грунта с внесением нефтеразлагающих препаратов и нефтеао-

гулянтов, а также углеводородокисляющих микроорганизмов. На этом участке невысокие гряды после фрезования. Участок вспахан грядами и рельеф участка грядовой. На этом рекультивируемом техногрунте содержание нефтепродуктов в грунтовой воде, на глубине 1,5 м, составило $47,5 \text{ мг/дм}^3$, что превышает ПДК в 95 раз. На втором рекультивационном участке 2012 г. (р-4) расположенного относительно выше по рельефу, по сравнению с первым участком этого же года, проведена аналогичная операция по рекультивации почв. Разница состояла в том, что поверхность была сглажена. При такой ситуации содержание нефтепродуктов в грунтовой воде, взятой с глубины 100 см, составило $19,0 \text{ мг/дм}^3$, и превышает ПДК в 38 раз.

На рекультивационном участке 2010 года, около скважины №7 ранее было несколько нефтяных амбаров замазученного грунта. Сначала пробуривали скважину, потом нефть сливали в нефтяной амбар. После нефть откачивали и увозили. Из амбара нефть просачивалась и загрязняла грунтовую воду.

В 2010 г. на этом участке были заложены опыты по рекультивации нефтезагрязненного грунта цеолитно-микробиологическим методом с использованием углеродоокисляющих микроорганизмов-деструктуров почвы. Участок находится на небольшом понижении рельефа и с восточной стороны был обвалован. Его перекопали и перемешали на всю глубину до 1,5 м с применением различных препаратов по нейтрализации токсичности нефти. В результате проведения рекультивационных работ содержание нефтепродуктов в грунтовой воде снизилось до $14,0 \text{ мг/дм}^3$, что превышает ПДК в 28 раз.

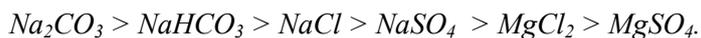
Отсюда вытекает, что в неподготовленных к рекультивации бывших амбарных участках содержание нефтепродуктов в грунтовых водах было высокое и составило не менее 23110 мг/дм^3 . В процессе подготовки к рекультивации и проведения рекультивационных работ содержание нефтепродуктов начинает снижаться и зависит от срока проведения рекультивационных работ.

На нетронутых рекультивацией территориях месторождения «Ка-раарна» (табл.) самая высокая точка загрязнения нефтепродуктами была отмечена на бурой солончаковой почве с навешанным песчаным наносом (р-6), в которой содержалось $27,0 \text{ мг/дм}^3$ нефти, что превысило ПДК в 54 раза (ПДК = $0,5 \text{ мг/дм}^3$). Это можно объяснить токсичностью солей, сумма которых составила 90,76 %, а также степенью токсичности гипоте-

тических солей, которые располагаются в неравенстве убывающего порядка в следующем виде:

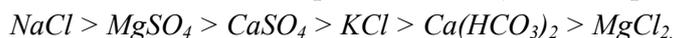


В первой тройке неравенства размещаются токсичные соли, во второй тройке располагаются нетоксичные соли. Доминирующие токсичные соли, расположенные в первой тройке неравенства негативно действуют на популяцию нефтеокисляющих микроорганизмов: бактерий, грибов, дрожжей и т.д., снижая нефтеокисляющие способности. Снижается скорость биodeградации нефти. Надо отметить, что гипотетические соли по степени токсичности, по Ковде (1946), располагаются в следующем порядке:



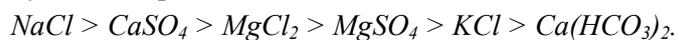
Порог токсичности Na_2CO_3 – 0,005 %, $NaCl$ – 0,03 %, $NaSO_4$ – 0,3 %, $CaCO_3$ и $CaSO_4$ являются для растений нетоксичными.

Минимальное загрязнение нефтепродуктами зафиксировано в грунтовой воде у солончака приморского (р-8), в котором содержится нефти всего лишь 1,05 мг/дм³, что превышает ПДК в 2,1 раза. Минерализация грунтовой воды самая высокая среди нетронутых рекультивацией почв и составляет 165,281 г/дм³. Сумма токсичных солей равняется – 87,54 %. Здесь главную роль играет расположение токсичных солей в неравенстве. Гипотетические соли выражаются следующим неравенством:



На третьей ступеньке первой тройки расположилась нетоксичная гипотетическая соль $CaSO_4$, смещая токсичную $MgCl_2$ на последнее место неравенства. Нетоксичные соли, расположенные в неравенстве друг за другом снижают токсичность солей в грунтовой воде, которую невозможно выразить цифрами. Создаются более благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

В другой бурой солончаковой почве, с навейным песчаным наносом (р-10), несмотря на относительно низкую минерализацию грунтовой воды – 130,815 г/дм³ и сумму токсичных солей – 84,18 %, содержание нефтепродуктов в грунтовой воде составило 5,5 мг/дм³ и это превысило ПДК в 11 раз. Это зависит от относительного содержания токсичных солей по степени их токсичности. Гипотетические соли в неравенстве выражаются следующим образом:



Здесь нетоксичная соль $CaSO_4$ занимает уже вторую ступеньку первой тройки, но это недостаточно для снижения степени токсичности

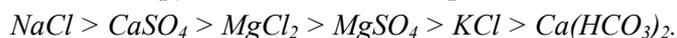
грунтовой воды, так как за ним следом идут токсичные соли, расположенные по степени их токсичности. В результате создаются менее благоприятные условия для нефтеокисляющих микроорганизмов.

На территории месторождений «Восточная Кокарна», которое подвергалось затоплению, сказалось влияние нагонной воды Каспия, а также фильтрационное влияние самого моря (табл.). На приморской примитивной солончаковой почве (р-17) содержание нефтепродуктов снизилось до 2,45 мг/дм³ и оно превысило ПДК в 4,9 раза. Минерализация грунтовой воды – 143,633 г/дм³, а сумма токсичных солей самая низкая – 70,90 %. Снижение токсичности связано с фильтрационным действием нагонных вод, так как разрез (р-17) заложен всего в 100 м от дамбы. В результате метаморфизуется ионный состав грунтовой воды, снижается доля катионов магния и возрастает катионы кальция. Это отражается на порядке расположения гипотетических солей:



На второй ступеньке первой тройки расположился нетоксичный $CaSO_4$, сдвигая токсичный $MgSO_4$ на последнее место неравенства. Это способствовало снижению токсичности грунтовых вод и создавало относительно благоприятные условия для нефтеокисляющих микроорганизмов.

Во второй приморской примитивной солончаковой почве (р-18), расположенной в 700 м от дамбы обвалования зафиксировано самое низкое содержание нефтепродуктов – 1,05 мг/дм³. Превышение ПДК составило 2,1 раза. Минерализация грунтовой воды составляет – 131,915 г/дм³, сумма токсичных солей – 82,08 %. Снижение токсичности грунтовой воды связано со снижением катионов натрия и сульфат-ионов. Снижение токсичности солей прямо связано с расположением их в неравенстве, в соответствии с их долей в грунтовой воде. Оно выражается в виде:



В данном неравенстве соли магния расположены друг за другом, но содержание магний иона снизилось и составило – 21,10 мг-экв. Вследствие этого их доля в грунтовой воде снизилась. Влияние токсичности воды на нефтеокисляющие микроорганизмы снизилось.

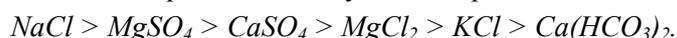
На третьей приморской примитивной солончаковой почве (р-19), находящейся на самой низкой отметке по абсолютной высоте $h = -33$ м, содержание нефтепродуктов составило – 4,10 мг/дм³. Превышение ПДК составило 8,2. Минерализация грунтовой воды составила – 131,017 г/дм³, сумма токсичных солей – 94,06 %. Отражается влияние нагонной воды.

Фильтруясь через дамбу обвалования, она влияет на солевой состав грунтовой воды. В результате ионный состав воды метаморфизуется с возрастанием доли токсичных солей. Гипотетические соли выражаются следующим неравенством:



Хотя токсичные соли представлены в первой тройке неравенства, но по количеству они не очень преобладают над нетоксичными солями. Соответственно меняется место обитания нефтеокисляющих микроорганизмов.

В водах нагона Каспия у дамбы обвалования содержалось 9,5 мг/дм³ нефтепродуктов. Превышение ПДК составило 19. На эту воду оказывает влияние галогеохимическая миграция токсичных веществ. Минерализация соответствует – 59,292 г/дм³, а сумма токсичных солей составляет – 87,55 %. Гипотетические соли выражаются следующим неравенством:



Отмечается понижающее действие $CaSO_4$ в ранге токсичности солей. Все это пагубно действует на экологию, на животный и растительный мир.

Загрязнение воды нефтью приводит к значительному возрастанию ее токсичности, которое отрицательно влияет на флору и фауну водной среды. Нарушается гидрохимический и кислородный режим воды. Снижается биологическая продуктивность, которая приносит большой урон экономике страны. Поэтому необходимо своевременное обнаружение загрязненных участков, чтобы предотвращать отрицательные воздействия.

Таким образом, на исследуемой территории вырисовывается сложная картина загрязнения воды и почв нефтепродуктами. Эта сложность обусловлена тем, что на процесс миграции нефтепродуктов в породах и подземных водах влияет целый ряд факторов, важнейшими среди которых являются:

- физические и физико-химические свойства самих нефтепродуктов (плотность, вязкость, сорбируемость, растворимость и др.), зависящие от компонентного состава;

- параметры среды, неоднородность литологического состава зоны аэрации и водоносного горизонта, водно-физические свойства пород (температура, давление, обогащенность кислородом и микроорганизмами);

- гидродинамические параметры водоносного горизонта;

Известно, что связь нефтяных веществ с грунтами зависит от капиллярных сил. Количество адсорбированных нефтепродуктов в единице объема грунта зависит от общего свободного объема капилляров, что означает зависимость от гранулометрического состава и влажности грунта.

Чем выше насыщенность грунтов водой, тем ниже их способность сорбировать нефтяные вещества. Насыщенные водой грунты связывают только остаточное количество нефтепродуктов в форме жидкой фазы. При содержании нефтепродуктов превышающих остаточные, избыток их вытесняется водой в слои с более низкой влажностью.

Обобщая проведенные исследования, делаем выводы:

1. Месторождения являются источником загрязнения природной среды сырой нефтью, загрязняется аэрационная зона почвы, загрязняются нагонные воды из Каспия и грунтовые воды в концентрациях до $23110,0 \text{ мг/дм}^3$, и они разгружаются в Каспийское море в растворимой форме.

2. Загрязнение грунтовых вод нефтепродуктами зависит от относительного содержания токсичных и нетоксичных солей, расположенных по степени их токсичности. Чем выше минерализация токсичных солей в грунтовой воде, тем выше содержание нефтепродуктов. При возрастании нетоксичных солей смягчается токсичность грунтовой воды и создаются благоприятные условия для жизнедеятельности углеводородоокисляющих микроорганизмов.

3. Проведенные рекультивационные работы показывают, что в процессе их подготовки и проведения цеолитно-микробиологическим методом содержание нефтепродуктов начинает снижаться до $14,0 \text{ мг/дм}^3$ и зависит от срока проведения рекультивационных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киреев Н.А., Онегова Т.С., Жданова Н.В. Способ биологической очистки нефтезагрязненного водоема // Нефтяное хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 127-129.
2. Eckenfelder W.W. Biological waste treatment. Pergamon Press. New York. 1961.

Поступила 14.01.2014

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

КАСПИЙДІҢ ШЫҒЫС ЖАҒАЛАУЫНЫҢ МҰНАЙ КЕН ОРЫНДАРЫНДАҒЫ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫ МЕН КАСПИЙДІҢ ТОЛҚЫНДЫ БАСПА СУЛАРЫНЫҢ ЛАСТАНУЫ

Мақалада жерасты суларының мұнайхимиялық ластануының күрделі мәселелері қарастырылған. Жерасты суларының мұнайхимиялық ластануынан олардың уыттылығы арта түседі. Мұнайхимиялық ластануда уытты тұздардың атқаратын орны анықталып оладың ластану дәрежесімен байланысы айқындалған.

УДК 504. 453.06: 556. 532 (282.256.16)

Канд. геогр. наук	А.Г. Царегородцева *
Канд. геогр. наук	М.А. Алькеев *
	А.К. Ракишева *

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

ЕМКОСТЬ РЕКРЕАЦИОННАЯ, ТЕКУЩАЯ ЕМКОСТЬ, МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ПРЕДЕЛ ДОПУСТИМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

В статье приведен анализ научных источников по теме исследования и некоторые сведения о методах оценки рекреационной нагрузки на природные комплексы, с общим анализом их эффективности и применимости в различных ситуациях для принятия необходимых управленческих решений.

В настоящее время во многих странах разработаны и широко применяются разнообразные методики, позволяющие давать всесторонние оценки проектов туристского и рекреационного развития территорий еще на стадии их обсуждения и представления для внедрения. Из наиболее известных, следует отметить разработанные в институте географии АН СССР методику рекреационной оценки природных комплексов и определения критических нагрузок, а также методику экологической экспертизы последствий реализации проектов любой хозяйственной деятельности «Оценка воздействия на окружающую среду» (ОВОС).

Из зарубежных методик, которые используются для оценки проектов рекреационного развития территорий различной степени освоенности, наиболее распространенными считаются:

- оценка воздействия на окружающую среду (Environment Impact Assessment);
- оценка текущей емкости (Assessment of Carrying);
- учет посетительской нагрузки (Visitor Impact Management);
- пределы допустимых изменений (Limits of Acceptable Change).

Что касается рекреационной оценки природных территориальных комплексов, то в качестве примера научного подхода можно рассмотреть

* Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

основную идею, разработанную в Институте географии Академии наук России. Это методика рекреационной оценки природных территориальных комплексов, которая является реализацией более общих принципов технологической оценки природных комплексов.

Для анализа, например, растительного сообщества, коренного фитоценоза или других составляющих природного комплекса вводятся определения таких понятий, как устойчивость, емкость и критическая нагрузка. Под устойчивостью подразумевается способность природного комплекса к противостоянию рекреационным нагрузкам до некоторого предела, за которым происходят необратимые изменения, например, способности к восстановлению растительности. Рекреационная емкость природного комплекса определяется его психофизиологической комфортностью (возможностью единовременного пребывания), а также его устойчивостью, характеризуемой с помощью показателей относительной критической нагруженности, при которой возникают необратимые изменения в растительности, и измеряемой в виде числа посещений единицы площади комплекса в единицу времени.

Суть методики сводится к нахождению границы устойчивого состояния различных природных комплексов на фоне рекреационных изменений или дигрессий, для которых обычно выявляется пять стадий, а также измерениям нагрузок, приводящих комплекс к границам устойчивого состояния. За границу устойчивого состояния принимается начало необратимых изменений растительности: в лесах – уничтожение подстилки, задернение, вторжение под полог леса луговых видов, затруднение возобновления, появление ненадежного подроста.

Основным индикатором при анализе изменений растительности является трансформация травяного и кустарникового яруса, а дополнительными – изменение подроста, подлеска, развитие тропиной сети, уплотнение верхних горизонтов почвы. Необратимые изменения коренного фитоценоза происходит между третьей и четвертой стадиями дигрессии, а на четвертой и пятой стадиях природный комплекс нуждается в поддержании его устойчивости. Сложность применения методики связана с необходимостью выделения и обследования участков, находящихся на разных стадиях рекреационной дигрессии, где требуются малые изменения показателя относительной критической нагруженности для достоверного отделения процессов дигрессии от происходящих одновременно процессов восстановления [2].

Методика оценки воздействия на окружающую среду (ВОС) является одной из наиболее эффективных при анализе проектов на стадиях их разра-

ботки и последующей детальной проработки, так и для получения свидетельств стабильной деятельности в рамках проекта. Методика ВОС широко применяется для анализа проектов в промышленности, сельском хозяйстве, энергетике, лесоразработке, горной добыче, городском и сельском строительстве, туризме. В некоторых своих разделах она сходна с известной российской методикой ОВОС при проведении экологической экспертизы последствий реализации проектов любой хозяйственной деятельности. Надлежащее использование результатов по методике ВОС позволяет минимизировать потерю природных ресурсов и деградацию природной среды или же социальные последствия реализации проектов развития.

Методика ВОС может быть приемлемой для всех новых проектов туристского развития территорий. Однако бывают случаи, когда новыми являются проекты расширения периферийных областей зон туристского развития, что не согласуется с ВОС. Так строительство дороги в Гималаях, Индия, в период индокитайского конфликта позволило в дальнейшем с ее помощью сделать территорию доступной для туризма [4].

В общем случае методика оценки текущей емкости (иногда переводится как оценка пропускной способности) обязательно оговаривает объект, подлежащий оценке, например, текущая емкость (ТЕ) окружающей среды. Туристская ТЕ определяется как способность экосистемы поддерживать жизнеспособность организмов, включая их продуктивность, адаптивность и способность к возобновлению. Можно сказать, что ТЕ устанавливает пороговый уровень антропогенного воздействия, превышение которого ведет к ухудшению ресурсной базы экосистемы.

Туристская ТЕ является специфическим видом ТЕ окружающей среды в случае осуществления туристской деятельности и ее развития. Она определяет максимальный уровень посетительского использования и сопутствующей инфраструктуры, который допустим для территории. Его превышение ведет к снижению качества природных ресурсов, снижению привлекательности территории для туристов, что в дальнейшем неблагоприятно сказывается на местном сообществе, его экономике и культуре. Подобное определение существенно шире используемого ранее для туристской ТЕ территории нетронутой природы, согласно которому «уровень рекреационного использования территории может поддерживаться до тех пор, пока обеспечиваются стабильные качества рекреации». Такое определение, наряду с другими, предусматривает учет, по крайней мере, двух основных составляющих: качества окружающей среды и качества рекреа-

ционного восприятия. Однако расширенное определение включает не менее четырех составляющих: биофизическую, социо-культурную, психологическую и управленческую.

Хотя концепция туристкой ТЕ достаточно проста для понимания, переход к анализу количественных оценок нередко вызывают затруднения, поскольку не существует единого подхода в определениях туристкой деятельности или окружающей природной среды. Отсюда становится понятным отсутствие общепринятых или нормативных значений ТЕ. Приводимые в рамках методики значения могут меняться в зависимости от местоположения территории, сезона, поведения пользователей, применяемого оборудования, уровня и приемов менеджмента, а также динамики изменения самой среды. Кроме того, на практике не всегда возможно отделить последствия туристкой деятельности от иной человеческой деятельности. Тем не менее, в планировании развития туризма может быть весьма полезно применение оценок туристкой ТЕ для выделенных территорий, поскольку метод дает четкие пределы и ограничения возможного туристского развития. Известно, что при сохранении на постоянном уровне привлекательности территории для посетителей обязательным является условие поддержания и сохранения неизменной среды посещения. Это следствие более общего принципа снижения туристкой активности на территории при снижении качества туристского продукта.

Для количественного определения ТЕ охраняемой территории требуется сбор информации об имеющихся природных ресурсах и туристкой инфраструктуре. Такого рода информация весьма специфична для каждой из охраняемых территорий и может включать: виды туристкой активности, сезон, время суток, оздоровительный уровень используемого ресурса, используемое оборудование, удовлетворенность посетителей. Для разных территорий, следовательно, будут различными значения ТЕ.

Простое суммирование значений ТЕ для всех мест посещения в пределах охраняемой территории не будет, однако, эквивалентным значению ТЕ для территории в целом. Например, если различные места посещения типа пляжей или природных троп пересекаются или имеют единый доступ, то значение ТЕ всей такой территории определяется точнее всего по месту посещения с самой низкой фактической емкостью. Кроме того, при расчетах допустимого числа посетителей для места посещения следует учитывать число посещений места в единицу времени, а не число посетителей, которые могут по несколько раз возвращаться в одно и то же ме-

сто в течение данного интервала времени. Следует также в категорию «посетитель» включать всех, а не только категорию «турист».

В действительности методика ТЕ может рассматриваться как способ определения допустимого уровня изменений в смысле получения оценки на основе анализа состояния природного ресурса и уровня удовлетворенности туристов и посетителей. Для этого используются описательные составляющие оценок ТЕ, которые базируются на получаемых наблюдательных характеристиках рекреационной системы. Выделяются два наиболее важных ряда описательных данных: виды управленческих действий и параметры воздействия. Примерами управленческих действий являются решения по числу посетителей на данной территории, по виду туризма или природопользования и длительности пребывания. Параметры воздействия показывают, что происходит с посетителями или окружающей средой в результате предлагаемых посетителям видов туризма или природопользования и других управленческих действий. Сюда относятся процент потери растительного покрова, частота встреч групп или посетителей в пределах тропы или стоянки, изменения плотности и разнообразия присущих территории видов живой природы.

Определение упомянутых рядов или установление на их основе некоторых нормативов может быть затруднено необходимостью рассмотрения всесторонних данных по природным ресурсам и результатам посетительского воздействия по большому числу охраняемых территорий. Усложнение задачи связывается и с тем, что уровень посещения непосредственно влияет на местную и региональную экономику. Поэтому управленческие задачи парков должны тесно увязываться с национальными целями развития туризма и охраны природы. С другой стороны, исследования показывают, многие виды туристского воздействия достаточно слабо или косвенно коррелируют с уровнями туристского использования. Поэтому установление оценок ТЕ и пределов туристского использования может только в небольшой степени способствовать решению проблемы снижения уровня воздействия [6].

В результате анализа эффективности подхода с применением категорий видов управленческих действий и параметров воздействий появились альтернативные подходы в общей стратегии снижения воздействия для заданного места и периода времени.

С целью увеличения практической значимости и применимости метода измерения ТЕ, рядом исследователей, таких как Джорж Станкей,

Давид Коул, Роберт Лукас, Маргарет Петерсен и Сидней Фриссел была разработана методика Пределов допустимых изменений (ПДИ).

В соответствии с мнением создателей методики ПДИ основные сложности в применимости концепции традиционной методики ТЕ связаны с тем, что она отвечает скорее на вопрос «Какое использование ресурсов в количественных параметрах является чрезмерным?», чем на основной вопрос для большинства первоначальных охраняемых территорий «Какие природные условия территорий должны сохраняться?». Трудности метода ТЕ и адекватность получаемых при этом оценок связаны с отсутствием ясного и прогнозируемого соотношения между туристским использованием и туристским воздействием. Поэтому смещение акцентов от оценок уровня туристского использования к оценке приемлемого состояния природных условий лежит в основе предложенного метода (ПДИ), представляющего некоторый пересмотренный вариант метода рекреационной или туристской ТЕ.

Метод ПДИ направлен на установление измеряемых пределов вызываемых человеческой деятельностью изменений в природной и социальной среде на парковых и охраняемых территориях, а также определение приемлемой стратегии управления для создания или восстановления необходимых природных условий. Сведения о физико-биологических характеристиках окружающей среды, и общая информация по социально-политической обстановке анализируется совместно с целью определения необходимых и приемлемых условий на территории в будущем. Методика ПДИ, таким образом, базируется на реальном управлении имеющимися ресурсами.

В настоящее время использование методики ПДИ на ряде природных территорий США показывает ее значительные возможности как эффективного средства управления. Однако известны определенные сложности с применением методики в некоторых развивающихся странах в полном виде, поэтому известны рекомендации по адаптации методики с учетом реально складывающейся ситуации.

Согласование целей и задач охраняемых территорий с возможным уровнем развития туризма, что обязательно сводится к требованию минимизации допустимого уровня негативного воздействия, в каждом из рассматриваемых случаев может быть успешным при использовании некоторой более общей идеи. Такой идеей, например, может быть идея экономической стабильности территории, которая вместе с развитием туризма или экотуризма сохраняет в качестве базового принципа четко определяемые уровни допустимых изменений качества окружающей среды и социальных

условий. При этом первыми шагами будут действия по идентификации социальных и природных изменений, которые произошли на рассматриваемой территории, и установление их приемлемого уровня.

К подобной работе необходимо подключение различных групп людей, имеющих долговременный интерес к развитию территории, и уже они затем смогут решить, принятие каких мер даст гарантию того, что не будут превышать допустимые уровни социальных и природных изменений.

Работа в рамках методики ПДИ начинается с установлением основных социальных и природных индикаторов. Проводящие анализ исследователи являются ответственными за подбор участников, имеющих долговременные интересы к развитию территории. Сюда могут быть включены представители местной власти, владельцы гостиниц и туристских баз, туристские гиды, биологи и т.п. в зависимости от характера доминирующих ресурсов охраняемой территории, могут быть включены, например, орнитологи, археологи, антропологи. Однако вся их совместная работа должна направляться на достижения консенсуса уже на начальном этапе с учетом собственных интересов и роли туризма в развитии территории во избежание возможных конфликтов.

В Службе Национальных парков и Ассоциации охраны природы США была разработана альтернативная методика оценки и управления воздействия на окружающую среду при увеличении числа посетителей. Она была увязана методикой Учета посетительской нагрузки (УПН). В подходе, принятом в методике УПН, предполагается, что рекреационная нагрузка на окружающую среду и качества рекреационных впечатлений находятся в сложной зависимости и подвержены влиянию не только факторов, связанных с уровнями использования ресурсов.

Обзор научной литературы связанной с ТЕ и посетительской нагрузкой позволяет выделить пять основных представлений, которые являются важными для понимания природы рекреационных нагрузок и которые должны быть совмещены в пределах любой из программ управления ими. С величиной рекреационной нагрузки на данной территории связываются различные индикаторы нагрузок, хотя их соотношение достаточно широко изменяется для отдельных видов нагрузок в соответствии с мерой посетительского использования и частными ситуационными факторами. Поэтому рост воздействия не всегда линейно связан с ростом плотности посетителей. Некоторые виды рекреационной деятельности приводят к достаточно быстрому возникновению нагрузки, в отличие от других видов. Последующее

расширение при такой рекреационной активности может меняться в зависимости от таких факторов, как виды перемещения или используемого оборудования, психологии посетителей, размера и поведения группы. Воздействие от рекреации меняется в зависимости от характера территории и сезонных изменений даже при определенном уровне отношения посетителей к данному типу рекреации в итоге рекреационное использование существенно зависит от времени, места и человеческой деятельности [1].

Более чем 30-летний опыт работы многих авторов по нормированию рекреационных нагрузок на природные комплексы позволяет утверждать, что определение нормативных показателей для ООПТ – это наименее разработанный вопрос. Анализ мирового опыта сохранения природного и культурного наследия, в сочетании с развитием на его территории экологического туризма позволяет заключить, что ни в одной стране мира в настоящее время не применяется метод определения точных количественных норм: какой процент площади ООПТ может быть отведен под развитие туризма, какова должна быть протяженность туристских маршрутов, соотношенная с общей площадью охраняемых территорий; наконец, сколько посетителей в день (месяц, в сезон, за год) можно пропустить по маршруту через ООПТ без ущерба для ее природы [3]. Нормирование нагрузок на основе количественных показателей стало основным методом управления туризмом в уязвимых природных территориях в 70-х гг. прошлого века. С помощью этого метода менеджеры пытались решать проблемы, возникающие в ООПТ при посещении их туристами. При этом за аксиому принималось положение, что между туристско-рекреационным использованием и его геоэкологическим воздействием на природную среду существует прямая и очевидная зависимость: чем больше посетителей (туристов и отдыхающих), тем сильнее изменение природной среды. А если действительность опровергала эту зависимость или не подтверждался прогноз, ошибку искали не в самом методе, а в специфических особенностях территории, истории развития ландшафта, поведении посетителей и т.д. [5].

Однако, как показала практика, этот подход имел серьезные недостатки. В его основе лежала концепция запрещения, ограничения и принуждения, в то время как в большинстве случаев успех в природоохранной деятельности достигался (и достигается сейчас), прежде всего, с помощью регулярного контроля территории и согласованных действий всех заинтересованных лиц и организаций.

Со временем стало очевидно, что метод нормирования допустимых нагрузок работает против целей самих ООПТ, не решая проблемы управления туристским потоком и вместе с тем, не гарантируя сохранения природы. Это привело зарубежных ученых к пониманию неправомерности применения такого подхода в качестве приоритетного. В результате появился новый подход – управленческий: в первую очередь планирование не количества туристов и отдыхающих, а долгосрочных целей и задач, спектра рекреационных возможностей, форм и видов рекреационной деятельности, различных моделей развития рекреации. Основой такого планирования является изучение спроса на рекреационные услуги, воздействия туристов на экосистемы и др. [7].

В общих чертах описанный выше подход выражен в методике пределов допустимых изменений – ПДИ. Основы этой методики заложены ранее в работах Р. Бурдена и П. Рандерсона, Дж. Станкея, а также латвийских ученых А.Ж. Меллумы, Р.Х. Рунгуле, И.В. Эмсиса и некоторых других. В современном изложении данная методика была разработана в 1985 г. в США, и в настоящее время она применяется не только американской Службой национальных парков, но и аналогичными структурами управления во многих других странах. О ее важности для сохранения устойчивости экосистем и определения оптимальных уровней посещения туристами природных резерватов свидетельствуют и материалы V Всемирного конгресса по охраняемым природным территориям (Дурбан, 2003). В определенном смысле методика ПДИ представляет собой альтернативу методике допустимых рекреационных нагрузок. Если в методике допустимых нагрузок основным показателем является предельно допустимое количество посетителей в единицу времени на единицу площади, то в методике ПДИ за основной показатель выбраны предельно возможные изменения исходных природных ландшафтов. Процесс ПДИ можно разделить на 4 компонента: поиск допустимых и достигнутых геоэкологического состояния природных ресурсов и социальных условий, определяемых измеряемыми параметрами, анализ взаимоотношений между существующими и допустимыми состояниями, определение управленческих действий, необходимых для достижения этих состояний, программа мониторинга и оценка эффективности управления.

Таким образом, методика позволяет перейти от традиционно формулируемой и неоднозначно решаемой проблемы определения количественных параметров предельных нагрузок к определению качества тех

природных условий, которые должны сохраняться на охраняемой территории. Другими словами, она позволяет сместить акценты с оценки уровня туристско-рекреационного использования к оценке приемлемого состояния природных и социальных условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игльс П. Устойчивый туризм на охраняемых природных территориях. Руководство по планированию и управлению/ П. Игльс, С. МакКул, К. Хайнс. – М.-Смоленск: Маджента, 2006. – 188 с.
2. Преображенский В.С. Методические указания по характеристике природных условий рекреационного района // Сб. трудов «Географические проблемы организации туризма и отдыха». – М.: Наука, 1975. – С. 15-25.
3. Репшас Э.А., Палишкио Е.Е. Определение состояния и экологической емкости рекреационных лесов. (Методические рекомендации). – Каунас: ЛитНИИЛХ, 1981. – 23 с.
4. Тарасов А.И. Экономика рекреационного лесопользования. – М., Наука, 1980. – 136 с.
5. Ханбеков Р.И. Методические рекомендации по определению рекреационных нагрузок на лесные площади при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и нормы этих нагрузок для центральной части южной тайги и зоны хвойно-широколиственных лесов. – М.: ВНИИЛМ, 1985. – 27 с.
6. Ханбеков Р.И. Планирование рекреационного лесопользования. // Лесное хозяйство. – 1983. – №2. – С. 5-9.
7. Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 48 с.

Поступила 21.01.2014

Канд. геогр. наук А.Г. Царегородцева
Канд. геогр. наук М.А. Алькеев
 А.К. Ракишева

ТАБИҒИ КЕШЕНДЕРГЕ РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ЖҮКТЕМЕЛІКТІ БАҒАЛАУҒА ШОЛУ ЖӘНЕ САРАПТАУ ӘДІСТЕРІ

Мақалада табиғи кешендерге рекреациялық жүктемелікті бағалау әдістері туралы кейбір мәліметтер және зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми әдебиеттерге, сонымен қатар әртүрлі жағдайларда қажетті басқару шешімдерін қабылдауға қажетті тиімді жолдарына сараптама келтірілген.

ӘӨЖ 911.2: 574.9 (05)

Геогр. ғылымд. канд. А.М. Сергеева *

**АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫНЫҢ ТАБИҒИ-ҚОРЫҚТЫҚ ҚОРЫН
ҚАЛЫПТАСТЫРУ**

*ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ АУМАҚТАР (ЕҚТА),
ЛАНДШАФТ, ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАҢҚА, ТАБИҒИ-ҚОРЫҚТЫҚ
ҚОР, ТАБИҒИ ЕСКЕРТКІШТЕР*

Мақалада ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың ғылыми негізделген желісі болып биологиялық түрлілікті сақтаудың аса тиімді және оңтайлы түрлерінің бірі саналатыны, олар тек жекелеген бірегей экожүйелерді, түрлер мен қауымдастықтарды ғана емес, сонымен қатар, тұтастай алғанда мекен ететін табиғи ортаны да сақтауға мүмкіндік беретіндігі айтылады.

Республиканың ерекше қорғалатын табиғи аумақтарды (ЕҚТА) дамыту бағдарламасын жүзеге асыру тәжірибесі облыстар деңгейінде өз бағдарламалары болуы қажет екенін көрсетті, олар жергілікті бюджеттен қаржыландырылады және табиғатты қорғау жоспарында аса бағалы жерлерді жақын уақытта жедел резервтеуге, сөйтіп, келешекте республикалық қорғалатын аумақтар желісін кеңейтуге жағдайлар жасауға мүмкіндік береді [7].

Қарқынды шаруашылық игеру және жерді белсенді жекешелендіру жағдайларында Ақтөбе облысының әкімдігі облыстың ерекше қорғалатын табиғи аумақтарын орналастыру және дамыту сызбасын әзірлеу қажеттігі туралы шешім қабылдады.

Ақтөбе облысында аймақтық ландшафттардың 6 түрпаты бар:

1. Денудациялық төбелі-жонды және ұсақ шоқылы жазықтықтардағы қуаң дала ландшафтары;
2. Қабатты жазықтықтарда басым болатын құрғақ дала ландшафтары;
3. Ескі көл, көлдік аллювиальды және қабатты жазықтықтардағы құрғақ дала ландшафты;
4. Қабатты жазықтықтарда басым болатын шөлге айналған дала ландшафтары;

* Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің

5. Ескі аллювиальды және көлдік аллювиальды жазықтардағы далаға айналған шөл ландшафтары;
6. Еңісті үстірт құрылымдарындағы шөл ландшафтары.

Экологиялық жобалау тәжірибесінде биологиялық алуантүрлілікті сақтау орталығы түсінігінің синонимі – «экологиялық қаңқа» қолданылады, бұл табиғатты қорғау тәжірибесіндегі аумақтардың осы түрінің маңыздылығын көрсетеді. Экологиялық қаңқа – түрлі факторлар әсерінен табиғаттың өзі құрған бағалы аумақтардың үйлесімділігі. Экологиялық қаңқаның құндылығының негізінде олардың шегінде ерекше қорғалатын табиғи аумақтар құру қажет. Ақтөбе облысының аумағында экологиялық қаңқаның бірнешеуі бөліп көрсетіледі, олардың негізінде болашақта экологиялық желі жұмыс істейтін болады.

Экологиялық қаңқаның құрылымы солтүстіктен оңтүстікке және батыстан шығысқа тартылады және нағыз шөлден басқа барлық ландшафтық аймақтарды қамтиды, бұл түрлердің ендіктегі, сол сияқты солтүстіктен оңтүстікке және кері бағыттағы қауіпсіз көші-қонының және сақталуының мүмкіндігін қамтамасыз етеді [1].

Экологиялық қаңқаның ең солтүстік ұйтқысы қазірде бар табиғи-қорықтық қор (геологиялық, геоморфологиялық, су және тірі табиғат ескерткіштерінің) нысандарының, Жайық өзенінің салалары – Ебейті мен Елек (ірі Жаксы-Қарғалы саласымен бірге) салаларының интразоналдық жазықтық ландшафтарының, екі аймақ – қуаң және бірқалыпты құрғақ далалардың аймақтық ландшафтарының, Қарғалы бөгенінің үйлесімділігі болып табылады. Осы өңір арқылы өзендер аңғарлары бойымен оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа қарай көбінесе оңтүстік еуропалық, солтүстік африкалық және алдыңғы азиялық қыстаулардан маусымдық жыл құстарының жолы өтеді. Түрлі экологиялық қызметтерді атқаратын ландшафтардың қалыптасқан табиғи үйлесімділігі экологиялық қаңқа қалыптастырды және осы жерден қорғалынатын аумақ құрған жағдайда Ақтөбе облысының солтүстік бөлігі үшін биоалуантүрлілікті сақтауда жоғары нәтижеге қол жеткізуге болады. Экологиялық қаңқаның екіншісін Ойыл өзенінің интразоналдық жазықтық ландшафтары және Барқын құм алабының азоналдық ландшафтарымен қиылысқан құрғақ және шөлге айналған даланың аймақтық ландшафтарының үйлесімділігі негізінде облыстың батысында қалыптастыруға болады. Аталған барлық ландшафтар арқылы өзендер аңғарлары мен олардың салалары,

шығанақты шалғындары бар ескі және жайылмалы көлдер бойымен көші-кон жолы – оңтүстік еуропалық, солтүстік африкалық және алдыңғы азиялық қыстаулардан жыл құстарының ұшу жолдары өтеді. Қазір бұл өңір облыстың солтүстігімен салыстырғанда антропогендік жүктемені аз сезінеді, бұл Барқын құмындағы орман алқабының, Ойыл өзенінің барлық алабының жазықтық ландшафтарының жақсы сақталуын қамтамасыз етті.

Аумақтарды қамту және ландшафтардың алуантүрлілігі жағынан ең үлкен үшінші экологиялық қаңқа облыс ортасында орналасқан. Азоналдық ландшафтардың ең ірі кешені – аласа таулы Мұғалжар тізбегі. Мұғалжардан батысқа қарай Көкжиде және Құмжарған құм алаптары бар Жем және Темір өзенінің қосылған жері орналасқан, бұл азоналдық және интроналдық ландшафтардың өзіндік бірегей үйлесімділігін көрсетеді. Солтүстіктен оңтүстікке созылған аласа таулы тізбек әртүрлі тау бөктеріндегі және суайрығындағы аймақтық және беткейлердегі түрлі экспозициялардағы, өзендер аңғарларындағы азоналдық ландшафтардың үйлесімдерінен тұрады және көптеген құстар мен аңдар үшін экотоптардың кең спектрін көрсетеді. Өзен аңғарларының интроналдық ландшафтар табиғи әртүрлілік пен аумақтың құндылығын айтарлықтай көтере отырып, барлығын тау алқабы жауып жатыр. Батыс беткейлер бойынан солтүстікке қарай ағатын Ор өзені және оңтүстік-батысқа қарай ағатын Жем өзені бастау алады. Шығыс беткейінде Ырғыз өзенінің көптеген салалары ағады. Көптеген бұлақтар, ұсақ тұзды және тұщы көлдер барлық жота бойымен оңтүстік еуропалық, солтүстік африкалық және алдыңғы азиялық қыстауларынан жыл құстарының ұшып өтетін екі трассасының болуы өзен аңғарларымен үйлесімділігін негіздейді, олар Мұғалжардан оңтүстік-батысқа, Жем және Темір өзендерінің қосылған жеріне төмендейді. Мұнда шөлге айналған даланың аймақтық ландшафтардың қоршауында Жем және Темір өзендерінің интроналдық ландшафтарымен бөлінген Құмжарған және Көкжиде құм алаптарының азоналдық ландшафтары орналасқан. Барлық аталып өткен ландшафтар жыл құстары үшін экологиялық дәліздің табиғи негізін және аталған аумақта өсімдік мен жануарлар әлемінің әртүрлілігін анықтайтын бай биотоптарды құрайды. Көкжиде және Құмжарған құм алаптарының тұнбалы қабатында тұрғындарды және мұнай кен орнындағы технологиялық үдерістерді сумен жабдықтауда үлкен құндылықты көрсететін тұщы жерасты суының ірі кен орны орналасқан. Бұл аумақ мұнай, құрылыс материалдарын өндіру және тасымалдау, кен орнын жайластыру әсерінен және елді-

мекендердің өсуінен, малдың көп жайылуынан, өрттерден күшті антропогендік жүктемені сезініп отыр [2].

Төртінші экологиялық қаңқа болашақ экологиялық желінің негізі ретінде далаға айналған шөлдің зоналдық ландшафтарының шегінде орналасқан. Бұл екі телімнен тұратын және Ырғыз-Торғай мемлекеттік табиғи қамалы және олардың арасында орналасқан Торғай мемлекеттік табиғи қорықшасы. Жайылма және ескі көлдерінің, сорлары мен шығанақты шалғындары көп Ырғыз, Торғай, т.б. өлкелік өзендер аңғарларының интрозоналдық ландшафтары үндістандық, пәкістандық және солтүстік африкалық қыстауынан құстардың ұшып өтуі үшін көші-қон жолының (экологиялық дәліздерінің) азықтық негізін құрайды. Далаға айналған шөлдің сақталынған аймақтық ландшафтары бетпақдала депопуляциясы киіктерінің маусымдық көшу жолында азықтық базасы ретінде қызмет көрсетеді [3].

Кіші және Үлкен Борсық құм алаптары, Аққұмсағыз құмы, Шырқалы тау жұрнақтарының борлы үстірті, Ақтолағай қырқалары қолда бар бірегей биотоптарды және оларға тән өсімдіктер мен аңдар түрлерін сақтау мақсатында қорғауды дұрыс ұйымдастыру қажет. Арал апат аймағындағы тартылып қалу мен шөлге айналуының белсенді үдерістерінде бұл аумақтар осы заманғы жер бедерін құрайтын және оларды антропогендік түрлендіру жөніндегі полигондар болып табылады.

Облыс шегіндегі барлық табиғи орман алқаптары мен қолдан отырғызылған орман алаптары мақсатты қорғау аумақтары болып табылады. Дала аймақтарында орналасқан осы ормандар мен алаптар азоналды болып табылады және көптеген құстар мен аңдар үшін баспананы, ұя салатын және тұқым жаятын жерлерін көрсетеді. Табиғи ормандар мен орман алқаптарын сақтай отырып, өсімдіктер мен аңдардың барлық аймақтық түрлерін тиімді қалпына келтіруді қамтамасыз етуге болады.

Ақтөбе облысы шегіндегі миграциялық дәліздер қазіргі уақытта тартылып қалған көлдер, сорлар және т.с.с. алып отырған көптеген табиғи аймақтар – өзен аңғарлары, тау жоталары, ескі суағар сайлары арқылы үлкен қашықтыққа тартылған, өзіндік қасиеттері – жер бедері, шағын климаты, бай өсімдіктері бар аңдармен құстардың жекелеген түрлерінің маусымдық миграциясын қамтамасыз ететін аумақтар арасындағы экологиялық байланысты қамтамасыз ету үшін қызмет ететін табиғи кешендер [4].

Облыс аумағынан солтүстік африкалық, алдыңғы азиялық, каспийлік, пәкістандық және үндістандық қыстауларынан суда жүзетін құстардың көктемгі ұшып өтетін басты және екінші дәрежелі жолдар өтеді. Облыстың оңтүстігінде және оңтүстік батысында үстірт киігінің көктемгі – жазғы және күзгі – қысқы көшінің негізгі бағыттары өтеді және жайлау мен қыстауларының орындары бар. Облыстың шығысы мен солтүстік шығысынан бетбақдала киігінің көктемгі – жазғы көшінің негізгі бағыттары өтеді және жайлау мен қыстауларының орындары бар [5].

Ерекше қорғалынатын табиғи аумақтардың ғылыми негізделген желісі болып биологиялық алуантүрлілікті сақтаудың аса тиімді және оңтайлы түрлерінің бірі есептелінеді, олар тек жекелеген бірегей ландшафттарды немесе экожүйелерді, түрлер мен қауымдастықтарды ғана емес, сонымен қатар, тұтастай алғанда мекен ететін табиғи ортаны да сақтауға мүмкіндік береді [6].

Облыстың табиғи ландшафтарына антропогендік әсердің жоғары деңгейіне байланысты ЕҚТА жүйесін ұйымдастыру өзекті. Облыстың табиғи жағдайларының ерекшелігі және жоғары шаруашылық игеру қазіргі жағдайларына және антропогендік бұзылу дәрежесіне қарамастан түрлі табиғи кешендер мен нысандарды ЕҚТА жүйесіне қосу қажеттігін белгіледі.

Ақтөбе облысындағы табиғи әлеуетті пайдаланудың қазіргі жағдайларында өңірдегі экологиялық тепе-теңдікті қолдау және табиғатты пайдалану тәртібін реттеу үшін облыстық деңгейде ерекше қорғалынатын табиғи аумақтарды ұйымдастыру есебінен ЕҚТА желісін құру ұсынылады.

Қазіргі уақытта өзгермеген далалық табиғи ландшафтар іс жүзінде қалмаған далалық аймақта қорғалынатын аумақтарды ұйымдастырудың ерекше маңызы бар. Аумақты ауыл шаруашылығына игеру басқа аймақтармен салыстырғанда ландшафтардың бүліну дәрежесі аса жоғары болуына әкеліп соқты. Табиғи ландшафтардың орнына дәнді-дақылдары, шабындықтары және жайылымдары бар ауыл шаруашылық жерлері келді.

Көшетін құстардың жолындағы облыстың транзиттік жағдайын ескере отырып, ЕҚТА желісіне басты орнитологиялық аумақтарды, бағалы, сирек және жойылып бара жатқан жыл құстарының түрлерінің жиналатын, ұялайтын және демалатын жерлерін қосу ұсынылады. Облыс аумағында өңірлік табиғи парк, табиғат ескерткіші, табиғи қорықшалар сияқты ЕҚТА түрлерін ұйымдастыру ұсынылады [8].

Ақтөбе облысы аумағында жергілікті маңыздағы мемлекеттік табиғи ескерткіштерді ұйымдастыру ұсынылады (кесте).

Ақтөбе облысы аумағында ұсынылатын табиғи ескерткіштер

Нысан атауы	Нысан сипаттамасы	Орналасқан жері
Г е о л о г и я л ы қ		
Шиелі	Импактілі кратер	Мұғалжар ауданы, Дмитриевск кентінен солтүстікке қарай 7 шақырым
Жылансай	Тұзды күмбез	Мұғалжар ауданы, Дмитриевск кентінен солтүстікке қарай 7 шақырым
Қуағаш	Кемпірсай ультранегізгі алабының шығыс бөлігі байланыс аймағының қимасы	Қарғалы ауданы, Бадамша кентінен солтүстікке қарай 9 шақырым
Шаңдашы	Кемпірсай ультранегізгі алабының қимасы	Никельтау станциясынан 9 шақырым
Қияқты	Ырғыз өзенінің сол жақ жағасындағы Қияқты алабының аймағы	Әйтеке би ауданы, Аралтоғай кентінен солтүстікке қарай 21 шақырым
Доңызтау	Үстірттің солтүстік шыңдарының құламаларындағы палеогендік түзілістер қимасы (Доңызтау), Солтүстік Арал маңынан қайталанбас аңдар және өсімдіктер әлемі	Байғанин ауданы, Үстірттің солтүстік шыңы
П а л е о н т о л о г и я л ы қ		
Өрнектассай	Жоғарғы девон әктастарындағы клименийдің бай жері	Хромтау ауданы. Өрнектассай жылғасының аңғарында, Қызылжар жылғасы саласының оң жағасы
Романкөл	Жоғарғы палеогендік флора мен фаунаың орналасқан жері	Қарғалы ауданы, Бадамша кенті аумағында
Л а н д ш а ф т ы қ		
Ебейті шатқалы	Кембрийге дейінгі және төменгі палеозойдың интрузивтік, метаморфоздық және шөгінді жыныстарының көптеген жартасты ашылуының молдығын көрсететін көркем шатқал	Қарғалы ауданы. Ебейті өзенінің сағасы және оған жақын жатқан сол жақ жағасы ауданындағы аңғар

Нысан атауы	Нысан сипаттамасы	Орналасқан жері
Б о т а н и к а л ы қ		
Көктоғай	Сирек кездесетін алма ағаштарының (жабайы, эндемик) шоғыры	Қарғалы ауданы, Жайық (Орал) өзенінің сол жақ жағасы, Көктоғай аулынан оңтүстік-батысқа қарай 1,4 км
Таңатар	Таңқурай бұталары бар шоғыр	Қарғалы ауданы, Жайық (Орал) өзенінің сол жақ жағасы, Таңатар таулары

Ұйымдастыру ұсынылған барлық табиғат ескерткіштерден геологиялық ескерткіштер басым, бұл көптеген жылдар бойғы геологиялық барлау жұмыстарының нәтижесінде Ақтөбе облысының аумағы геологиялық жағынан зерттелгендігімен түсіндіріледі [9].

Геологиялық жыныстар шөгінді және метаморфозды жыныстар қабатында бейнеленген, климат пен органикалық әлемнің өзгеруінің ықпалымен болған жер қыртысының ұзақ уақыт дамуынан бұрынғы геологиялық жағдайлардың артефактылары болып табылады. Табиғаттың палеонтологиялық ескерткіштері сол дәуірлерде өмір сүрген флора мен фаунаның сақталынған қалдықтары мен климаттық жағдайларының оларға тән геологиялық дәуірлерінің бөліктерін сипаттайды. «Геологиялық дәуірлер құжаттары» жер бетінен жойылып кетпеуі үшін ерекше қорғау тәртібі бар табиғи ескерткіштер түріндегі ерекше қорғалатын табиғи аумақтар құру және олардың аумағын ғылыми және танымдық мақсаттарда пайдалану қажет. Флора мен фаунаның бағалы және сирек түрлерін мекендеуі және өсіп жетілуінің негізгі ретінде бірегей аумақтарды сақтау қажет деп танылған ландшафтық және ботаникалық табиғат ескерткіштерін құру ұсынылады [10].

Ақтөбе облысының ерекше қорғалатын табиғи аумақтарын орналастыруды әзірлеу кезінде мына қағидалар басшылыққа алынады:

1. Қазақстан Республикасының «Ерекше қорғалатын табиғи аумақтар туралы» заңына сәйкес Ақтөбе облысында құрылатын Ерекше қорғалатын табиғи аумақтар (ЕҚТА): «Ерекше қорғалатын табиғи аумақтар жүйесін – барлық географиялық аймақтардың табиғи кешендеріндегі репрезентативтік өкілеттілікті қамтамасыз ететін түрлі санаттардағы және түрлердегі ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың

жиынтығы» құруы тиіс. Сондықтан ЕҚТА құрылымының негізгі облыс аумағындағы табиғи ландшафтардың барлық түрлілігі болып табылады;

2. ЕҚТА жоспарланатын желісінде табиғи шарттардың барынша толық географиялық репрезентативтігі;

3. Облыстың ұсынылған ЕҚТА құрылымы осы заманғы аумақты игеруді және облыс пен республиканың экономикалық дамуының келешектегі жоспарларын ескереді. Облыстың ауыл шаруашылығы өндірісіне және пайдалы қазбаларды өндіруге мамандануының нәтижесінде табиғи ортаға аумақтық ықпалы ауыр металдармен, мұнай өнімдерімен және ауыл шаруашылық ластануымен көрінеді. Облыстың оңтүстік аудандары жер бетіндегі және жер астындағы сулардың, гидрогеологиялық және геохимиялық жағдайлары бойынша Арал теңізі алабына жататындығынан Арал теңізінің тартылуы нәтижесінде құрғаудың және шөлге айналуының кері салдарларын тартып отыр және экологиялық апат аудандар мәртебесіне ие;

4. Қазіргі кезде өздерінің шаруашылық мақсаттарына белсенді пайдаланып отырған жергілікті қоғамдар мүдделері мен ЕҚТА құру арасындағы болуы мүмкін қарама-қайшылықты ұсынылатын ЕҚТА ескеру. Ырғыз-Торғай мемлекеттік табиғи қаумалын құру тәжірибесі көрсеткендей, ЕҚТА құрудан шынайы экономикалық нәтиже көрсе, өз аумақтарының биологиялық түрлілігін қорғауға тұрғындар белсенді қатысушыға айналады. Бұл, бірінші кезекте, облыс немесе республика бюджетінің есебінен жаңа жұмыс орындарының пайда болуы және шаруашылық қызметінің дәстүрлі түрлерімен үйлесімділіктегі жергілікті тұрғындардың игілігінің айтарлықтай жақсаруы.

Ландшафтардың аймақтық тұрпаттары ауыл шаруашылығы өндірісінің және облыс тұрғындарының көп бөлігінің өмір сүруінің негізі болып табылады. Аймақтық ландшафтар шегінде облыстың өсімдік және жануарлар әлемінің негізгі генетикалық қоры сақталынады. ЕҚТА-ның әртүрлі түрлеріндегі ландшафтық аймақ типтерін бөлу және қорғау тым болмағанда биологиялық алуантүрліліктің үзінділерін сақтауға және қалпына келтіруге мүмкіндік береді және облыстың орнықты дамуын қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ақтөбе облысының жануарлар әлемін қорғау. – Ақтөбе: Ақтөбе облысының табиғи ресурстар және табиғатты пайдалануды реттеу басқармасы, 2012. – 292 б.

2. Естественно-научное обоснование создания особо охраняемой природной территории местного значения «Кобдинский» / Пояснительная записка. – Алматы: ТОО «Экопроект», 2008. – 89 с.
3. Естественно-научное обоснование создания особо охраняемой природной территории местного значения «Кокжиде-Кумжарган» / Пояснительная записка. – Алматы: ТОО «Экопроект», 2007. – 107 с.
4. Естественно-научное обоснование создания особо охраняемой природной территории местного значения «Оркаш» / Пояснительная записка. – Алматы: ТОО «Экопроект», 2008. – 90 с.
5. Естественно-научное обоснование создания особо охраняемой природной территории местного значения «Мартук» / Пояснительная записка. – Алматы: ТОО «Экопроект», 2008. – 100 с.
6. Естественно-научное обоснование создания особо охраняемой природной территории местного значения «Эбита» / Пояснительная записка. – Алматы: ТОО «Экопроект», 2007. – 85 с.
7. Назарчук М.К., Сергеева А.М., Абдулина А.М. Ақтөбе облысының географиясы. – Ақтөбе: «Принт-А», 2012. – 318 б.
8. Схема размещения и развития особо охраняемых природных территорий Актюбинской области (1 этап). / Пояснительная записка. – Алматы: ТОО «Экопроект», 2006. – 173 с.
9. Схема размещения и развития особо охраняемых природных территорий Актюбинской области (2 этап). / Пояснительная записка. – Алматы: ТОО «Экопроект», 2007. – 80 с.
10. Схема размещения ООПТ до 2030 года. /Пояснительная записка. – Алматы, ТОО «Экопроект», 2000. – 195 с.

Поступила 17.01.2014

Канд. геогр. наук А.М. Сергеева

**ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА
АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье иллюстрируется, что научно-обоснованная сеть особо охраняемых территорий является эффективным и рациональным видом сохранения биоразнообразия. Это даёт возможность сохранения природной среды, где обитает животный мир.

УДК 504.453.06:556.532(282.256.16)

Канд. геогр. наук

А.Г. Царегородцева *

А.К. Ракишева *

А.Ж. Рахметова **

**К ВОПРОСУ О ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К
РЕКРЕАЦИОННЫМ НАГРУЗКАМ ТЕРРИТОРИИ
БАЯНАУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ПРИРОДНОГО ПАРКА**

*ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ЕМКОСТЬ РЕКРЕАЦИОННАЯ,
ПРИРОДНЫЙ ПАРК, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ, ГЕО-
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ДИГРЕССИЯ ЭКОСИСТЕМ,
ОПТИМИЗАЦИЯ*

Рассмотрена методология оценки устойчивости природных комплексов. Исследованы территория природного парка по показателям рекреационной нагрузки и емкости. Выделены рекреационные категории и определены принципы нормирования рекреационных нагрузок Баянаульского государственного национального природного парка.

Природные комплексы и составляющие их элементы существенно различаются по своей потенциальной устойчивости к рекреационным нагрузкам. При определении степени устойчивости природных комплексов, т.е. способности противостоять определенным природным и в большей степени, антропогенным (в данном случае, рекреационным) нагрузкам до известного предела, за которым происходит потеря способности его к самовозобновлению, в конкретном регионе обязательно следует проводить корректировку общих принципов применительно к местным условиям. Так, на потенциальную устойчивость природных ландшафтов значительное влияние оказывают антропогенные факторы, вызывая изменение ее в ту или другую сторону, например, на устойчивость природных комплексов оказывают влияние такие факторы как, загрязнение воздушного бассейна региона, количество человек на определенной территории в единицу времени (вытаптывание) и многие другие. Потенциальная устойчивость территории оценивается основными показателями, как допустимая рекреационная нагрузка и емкость рекреационная.

* Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

** Баянаульский государственный национальный природный парк

Ёмкость рекреационная также как допустимая рекреационная нагрузка выражается в количестве людей (или человеко-дней) на единицу площади или рекреационный объект за определенный отрезок времени. При оценке рекреационной нагрузки рассматривается лишь выносливость природных комплексов и рекреационных объектов, а при определении ёмкости рекреационной обращается внимание и на степень комфорта для отдыхающего человека, в том числе на воздействие на него других людей при слишком большом числе отдыхающих. Рекреационная ёмкость природного территориального комплекса обычно определяется как произведение значения допустимой нагрузки на площадь природного территориального комплекса.

Суть современных взглядов на определение допустимых нагрузок на охраняемых природных территориях сводится не только и не сколько, к количеству человек в единицу времени на единицу площади, а к рассмотрению всего комплекса воздействия (математический, управленческий подход). Так в управленческом подходе применяется планирование, в первую очередь, не количество туристов и отдыхающих, а долгосрочных целей и задач, спектра рекреационных возможностей, форм и видов рекреационной деятельности, различных моделей развития рекреации. Сюда входят сроки туристского сезона, целевые категории посетителей, виды туристско-рекреационных занятий и их экологические последствия, туристско-экскурсионная инфраструктура, и только потом – количество групп посетителей и количество человек в каждой группе [1-3].

При использовании территории в рекреационных целях очень важен расчёт допустимой рекреационной нагрузки и рекреационной ёмкости этих территорий. Обычно производится площадное определение рекреационной нагрузки. В этом случае предполагается, что туристы перемещаются по всей площади, для которой производится расчёт.

В результате проведенного исследования, выявлено, что обустройство участков территории, испытывающих максимальные нагрузки (создание рациональной дорожно-тропиночной сети и малых архитектурных форм) позволяет увеличить рекреационную ёмкость территории Баянаульского государственного национального природного парк (БГНПП) (в среднем, от 4...5 до 10 и даже выше раз).

Устойчивость каждого природного комплекса, в том числе и в отношении рекреационных нагрузок, варьирует в зависимости от ряда экологических факторов:

- влажности почвы (наиболее устойчивы свежие почвы; с иссушением или увлажнением устойчивость падает);

- механического состава почв (наиболее устойчивы легкосуглинистые почвы, с утяжелением или облегчением механического состава устойчивость падает);
- мощности гумусового горизонта почвы (чем он мощнее, тем устойчивость выше);
- мощности рыхлых грунтовых отложений (если скалистое основание подходит близко к поверхности, устойчивость заметно снижается);
- уклона поверхности (чем он больше, тем устойчивость ниже);
- состава древостоя и строения корневой системы основных пород деревьев (для умеренного пояса северного полушария наиболее устойчивы мелколиственные породы, наименее – хвойные);
- среднего возраста древостоя (чем он выше, тем устойчивость больше, но это лишь до возраста спелости – затем устойчивость снова падает);
- естественные леса (за редким исключением) имеют более высокую устойчивость, чем искусственные насаждения.

В связи с этим рекреационные нагрузки должны определяться отдельно для каждого типа ландшафта, имеющегося на территории БГНПП и представляющего природные комплексы с различной степенью устойчивости к ним.

Пляжи природного парка, считаются наиболее ёмкими угодами. В зависимости от их рекреационной ценности пляжи делятся на:

- благоприятные (песчаные, при ширине не менее 30 м, купальный сезон около 3 месяцев);
- ограниченно-благоприятные (гравийные, галейные, травяные, песчаные, при ширине от 10 до 30 м), расстояние до мест купания около 1 км);
- неблагоприятные (глинистые, валунные).

Целесообразна следующая нагрузка на пляж в зависимости от категории оценки пляжей:

- благоприятные пляжи – 1000 (функциональная)/200 (психологическая) чел/га
- ограниченно-благоприятные – 300/100 чел/га.

Залесенные участки ГНПП можно условно разделить на три рекреационные категории:

Лес – полностью лишён элементов благоустройства (дикая природа). Норма плотности отдыхающих от 1 до 10 чел/га.

Лесопарк – залесенный участок, в котором отдельные элементы благоустройства (дорожно-тропиночная сеть, скамейки и т.д.) сочетаются с естественной природой. Норма плотности отдыхающих от 8 до 20 чел/га.

Парк – максимально благоустроенная для отдыха населения территория, где деревья чередуются с открытыми пространствами. Норма плотности отдыхающих от 30 до 150 чел/га.

В настоящее время в Баянаульском ГНПП значительные участки территории рекреационной зоны (в основном, вблизи учреждений отдыха, автостоянок, пунктов торговли и бытового обслуживания отдыхающих, участки леса вдоль пляжей) по реально существующим рекреационным нагрузкам должны быть отнесены к категории лесопарка и парка. Однако по уровню благоустройства совершенно не соответствуют им. Это всё является причиной негативных, местами катастрофических изменений лесных экосистем [4...7].

Приведенные выше нормы нагрузки (единовременной плотности отдыхающих) для экосистемы дает возможность рассчитать максимальное количество человек, которые могут посещать территорию ГНПП при массовом отдыхе в неблагоприятных для этого местах. Это производится перемножением допустимой единовременной плотности отдыхающих на площадь экосистемы. Таким образом мы получаем единовременную рекреационную ёмкость территории.

При расчёте норм нагрузок (единовременной плотности отдыхающих) при длительном отдыхе они должны быть уменьшены в 2,8 раза. При расчёте норм в период сбора даров природы (ягоды, грибы) необходимо учитывать также урожай ягод и грибов в каждом конкретном сезоне, а также то, что часть ягод и грибов должна остаться нетронутой. Они служат кормом для диких животных, являющихся их потребителями в данной экосистеме. В этом случае допустимый к использованию запас ресурса делят на рекреационную ёмкость территории. Таким образом, получается допустимое количество продукции, разрешённое к сбору каждому отдыхающему.

Основная масса отдыхающих сосредоточена на нескольких участках – в районе озёр Жасыбай, Сабындыколь, Торайгыр, Биржанколь, а также вокруг жилых посёлков внутри и возле территории ГНПП. Характерной особенностью Баянаульского ГНПП является сосредоточение основной массы отдыхающих на приозерной поляне с северной стороны оз. Жасыбай. Это несколько снижает пресс рекреантов на лесные экосистемы. Но, тем не менее, под влиянием огромного для такой маленькой территории числа отдыхающих (более 130000) окрестные экосистемы испытывают чрезмерные нагрузки. Учитывая, что это преимущественно лесные участки, как правило, сосняки, допустимая рекреационная дневная нагрузка оказывается многократно превышенной. При современном неудовлетворительном уровне благоустройства этой территории, мы наблюда-

даем выраженные признаки дигрессии экосистем. Повышенная рекреационная нагрузка уже вызвала полное или частичное уничтожение подроста в полосе до 300...500 м в кварталах, прилегающих к озёрам, замедление роста и ослабление древостоев. Подобные явления отмечены вокруг всех перечисленных выше озёр.

Кроме того, для определения допустимых нагрузок введено такое понятие как маршрут, которое можно представить в виде чередования участков собственно тропы и стоянок. На самой тропе при постоянном ее использовании нормальная структура почвы, а также напочвенный растительный покров практически отсутствуют. Если напочвенный покров представляет собой исключительную ценность или полотно тропы подвержено эрозии, целесообразно устраивать приподнятые настилы. Предельно допустимая нагрузка на такую тропу не столько по экологическим, сколько, по так называемым, критериям психокомфортности, одним из которых – в наших условиях, можно сказать главным – является допустимый уровень контактов. Самое распространенное требование, учитывающее этот фактор – желательное отсутствие звукового и зрительного контакта между отдельными группами туристов или экскурсантов. Другими словами, при планировании маршрутов необходимо заранее рассчитать расстояние между группами посетителей таким образом, чтобы ни одна из них по возможности не видела и не слышала другой ни на тропе, ни на стоянке. При этом приходится учитывать множество факторов. Из них основными для тропы являются ее длина и извилистость, сложность и безопасность, ширина зоны распространения шума, залесенность окружающей местности, вместимость точек обзора. А также время, необходимое для осмотра основных достопримечательных объектов, и некоторые другие. Для стоянок необходимо учитывать их благоустроенность, вместимость, наличие воды и дров для костра и т.д. все это влияет на скорость прохождения, степень восприятия информации, а значит, и на общую расчетную нагрузку.

Однако допустимый уровень контактов между отдельными группами туристов – это лишь одна сторона вопроса. Не менее важно учитывать допустимое число человек внутри каждой группы. А для этого надо знать ее конкретный состав, возраст туристов, соотношение женщин и мужчин. Часто лимитирующим фактором для определения допустимой (психокомфортной) нагрузки является цель путешествия. Так, если для обычной экскурсионной группы, осматривающей достопримечательности, оптимальным считается число 8...10 человек (при допустимом максимуме 15...20), то, скажем, для наблюдателей за птицами или другими дикими

животными в естественной среде этот уровень, как правило, не должен превышать 3...4 человек, а то и меньше.

Таким образом, даже те факторы, что были перечислены выше (а на самом деле их гораздо больше), требуют учета огромного количества показателей, набор которых сильно изменяется в зависимости от конкретных условий природной среды и характера туристско-экскурсионной программы. В связи с этим рекомендуют два универсальных решения: начинать с малой нагрузки и, постепенно повышая ее, постоянно следить за состоянием маршрута. Когда появятся первые признаки деградации природы вдоль полотна тропы или вокруг стоянок, необходимо либо снизить нагрузку, либо применить ряд мероприятий по благоустройству, направленных на повышение устойчивости территории к внешнему воздействию.

Исходя из вышесказанного, перечень основных принципов нормирования нагрузок выглядит следующим:

- определение экологических и физических факторов, лимитирующих допустимую рекреационную нагрузку, следует проводить отдельно для каждого туристского маршрута;

- наряду с экологическими и физическими факторами необходимо учитывать также и факторы психокомфортности;

- за предельно допустимую нагрузку принимается наименьшая из определенных по разным критериям;

- фактическую нагрузку на маршрут не следует устанавливать сразу на уровне предельно допустимой, а повышать ее постепенно;

- не реже трех раз в год (до туристского сезона, в его середине и конце), следует проводить мониторинг каждого маршрута:

- в зависимости от состояния маршрута и конкретных социально-экономических условий необходимо ежегодную корректировку допустимых нагрузок.

- благоустройство самой нагруженной части территории по лесопарковому, а кое-где – и парковому типу, создание объектов занятия спортом и других развлечений, отвлекающих посетителей от бесконтрольного перемещения по обширной площади. Возможная мера лесовосстановления – реконструкция лесонасаждений. Молодые посадки должны быть защищены ограждением эстетичного вида, хорошие результаты даёт удобрение почвы с предварительным неглубоким рыхлением верхнего уплотнённого слоя почвы. Возможно повышение привлекательности новых рекреационных участков – за счёт озеленения рекреационных территорий, в настоящее время лишенных леса, особенно вблизи озёр, некоторые участки побережья которых, почти не используются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губанов И.А, Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР. – М.: Просвещение, 1981. – 287 с.
2. Еленевский А.Г, Соловьева М.П, Тихомиров В.Н. Ботаника высших или наземных растений: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Академия, 2000. – 432 с.
3. Ержанов Н.Т., Касен Т.М., Исимбеков Ж.М., Царегородцева А.Г., Каденова А.Б., Убаськин А.В., Камкин В.А. Экологические проблемы и перспективы развития Баянаульского государственного национального природного парка // Вестник ПГУ. Серия хим-биол. – 2003. – № 3. – С. 68-78.
1. Мырзагалиева А.Б., Ефремов В.Е. Адаптогены флоры Восточного Казахстана // «Аманжоловские чтения – 2012». Наука, образование, инновации – ведущий вектор развития Казахстана: Материалы международного научн.-практ. конф. – Ч.2. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ им. С. Аманжолова, 2012. – С. 224-228.
4. Нефедова Б.Б. Методы рекреационной оценки территории // Вестник МГУ. Серия геог. – 1973. – №5. – С. 49-55.
5. Флора СССР. В 30-ти томах / Начато при руководстве и под главной редакцией акад. В.Л. Комарова; Редакторы тома Б.К. Шишкин и Е.Г. Бобров. – М.-Л.: Издательство Академии Наук СССР, 1955. – Т. XXII. – С. 377-378.
6. Шабельникова С.А. Оценка рекреационных ресурсов Республики Казахстан для целей развития отдыха и туризма: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 2000 – 23 с.

Поступила 20.01.2014

Геогр. ғылымд. канд. А.Г. Царегородцева
А.К. Ракишева
А.Ж. Рахметова

БАЯНАУЫЛ МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ БАҚ (БМҰТБ) ТЕРРИТОРИЯСЫНЫҢ РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ЖҮКТЕМЕЛІГІНЕ ПОТЕНЦИАЛДЫ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕСІНЕ

Табиғи жиынтық тұрақтылығына бағалау әдістемелігі қарастырылады. Рекреациялық жүктемелік және сыйымдылық көрсеткіштері бойынша табиғи бақтың территориясы зерттелді. БМҰТБ рекреациялық жүктемелікті реттеу ұстанымдары мен рекреациялық категориялары анықталды.

УДК 574.57.042(57.047+57.017)

Канд. с-х. наук Т.Р. Рыспеков *

**ПРОГНОЗЫ ВОЗМОЖНЫХ ВЗАИМОТНОШЕНИЙ
ВОРОБЬИНЫХ В НЕКОТОРЫХ ЭКОСИСТЕМАХ С
ЧУЖЕРОДНЫМИ ВИДАМИ***ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ, ГОРОДСКАЯ СРЕДА, БИОИНДИКАТОР,
МЕСТНОЕ СООБЩЕСТВО ПТИЦ, СОКРАЩЕНИЕ ЧИСЛЕННО-
СТИ, МЕТОД ИСКЛЮЧЕНИЯ*

В работе показано резкое сокращение численности воробьев в городах. Данная экологическая ситуация возникла вследствие действия чужеродных видов птиц. Учет межвидовой конкуренции в экосистемах позволяет применять метод исключения, т.е. не следует искать особо опасного токсиканта, который в городской среде подействовал на воробьев таким образом, что они все исчезли. Также следует ожидать подобного действия птиц майна и на другие организмы.

В нашей стране наряду с уменьшением антропогенных нагрузок на многие земли сельскохозяйственного, промышленного назначения и других территорий, сочетаются территории с усилением нагрузок на компоненты среды. Получаемая информация становится более разнообразной. В некоторых случаях информация вызывает противоречивые чувства, а это требует дополнительного изучения и обработки полученной информации.

Сведения об источниках поступления и закономерностях распространения и превращения в окружающей среде химических веществ, вызывающих у живых организмов токсические эффекты, экологическая токсикология получает из почвоведения, гидрохимии, биогеохимии, экологической химии. Экологическая токсикология является одним из разделов учения об охране окружающей среды, занимающаяся выяснением механизмов (особенно биохимических и физиологических) токсического действия антропогенных факторов на живые организмы в природной среде. Часто используется и как общее название для работ по биоиндикации и биологическому мониторингу окружающей среды. Биоиндикация является одним из методов обнаружения и определения биологически и экологиче-

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

ски значимых нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ; исследованием поведения, в частности миграцией и численности организмов.

Усиление воздействий на компоненты природной среды особенно заметно в больших городах. Эти воздействия происходят без перерыва, то уменьшаясь, то усиливаясь. Поэтому экологическая обстановка города тоже требует постоянного контроля за состоянием окружающей среды. Одними из наиболее сильно подвергающихся воздействию окружающей городской среды являются птицы.

В работе [1] говорится, что стремление лучше понять связи между свойствами химикатов и их воздействием как на человека, так и на экосистемы привело к возникновению новой отрасли науки об окружающей среде – химической экотоксикологии. Далее [1] пишет о появлении в 1962 году книги Рэчел Карсон «Молчаливая весна», в которой говорится о надвигающейся на человечество беде, таящейся в пагубном действии химических веществ на природу.

Сложность и важность данного направления исследования связано с различными ситуациями, которые на первый взгляд трудно поддаются анализу. Так возьмем обычную ситуацию, к которой мы привыкли с детства – присутствие воробьев во всех уголках страны. Однако, в первой половине лета 2013 года случайно обнаружилось почти полное отсутствие воробьев в г. Алматы. В то же время хорошо было заметно присутствие птицы майны, (в простонародье «китайских скворцов»). Заграничные птицы отличаются более крупными (в несколько раз) размерами, чем воробьи, и агрессивным поведением к окружающим их организмам.

Рендомизированный учет по различным районам города и опрос граждан показал «неожиданное» отсутствие воробьев. 24...25 августа этих птиц на протяжении 4-х часов поиска не могли обнаружить в скверах г. Шымкента. Возможность действия различных газов, шумов от транспорта и других предприятий на исчезновение воробьев в таких крупных городах присутствует, если бы не тот факт, что и в таких маленьких городах как Манкент, мы также обнаружили отсутствие воробьев. В тоже время присутствие птицы майны постоянно имело место во всех осматриваемых участках. Не большие населенные пункты не только менее загазованы и менее подвержены шумам, но и организмы в трофических цепочках менее подвержены попаданием химикатов. То есть процесс экологической магнификации не играет существенной роли в исчезновении воробьев, хо-

тя и, возможно, имеет место, влияя на устойчивость организмов к различным загрязняющим воздействиям.

На птиц в условиях нашего города постоянно действуют не только загрязненный воздух, шум, но и отсутствие постоянных источников чистой воды. Последнее заставляет птиц пить воду из грязных источников, которыми служат сточные воды. Эти источники на данный момент, часто сильно загрязнены. Такому загрязнению способствуют в основном автотранспорт, который выбрасывает в атмосферу выхлопные газы, превышающие по количеству загрязняющих веществ допустимую норму, а также и тот транспорт, у которого еще и из двигателя просачивается машинное масло и попадает на асфальт, смешивается с дорожной пылью.

На фоне такого экологически чистого города как Манкент, отсутствие воробьев трудно увязать с другими причинами, кроме как их вытеснения или уничтожения новой для этих мест популяцией птиц. Чужеродные птицы в г. Алмате, г. Шымкенте и г. Манкенте присутствовали во всех осматриваемых местах стайками, парами и в одиночку. В возможной зависимости присутствия индуцированных видов скворцов и отсутствия воробьев имеется, так как в данном случае воробьи являются более слабым видом. Слаба надежда на то, что воробьи покинули городскую среду и переместились за город. То есть в городе даже изредка воробьи не попадались на глаза.

Не стоит забывать и о возможной роли современных электронных приборов, число которых постоянно увеличивается, на жизнь живых организмов в городской среде. Так как считается, что исчезновение тараканов в городах связано с появлением сотовых и радиотелефонов.

Примеры действия интродукции на различные виды растений и животных приведены в работах [6, 4]. В работе [4] приводится пример коренной перестройки экосистемы под воздействием интродукции чужеродных видов. Так, после запуска в озеро Балхаш мальков судака, жереха и сома, исчезли аборигенные виды, такие, как маринка и голый осман. Резко сократилась численность окуни и значительно снизился общий уровень биопродуктивности экосистемы. Птица майна практически вытеснила отовсюду обыкновенного скворца и расселилась на большей части нашей республики [4]. А большая синица заселила город и весь пояс лиственного макросклона Заилийского Алатау, значительно потеснив аборигена – тяньшаньского князька, который стал довольно редким.

Индикация и изучение токсических эффектов у живых организмов, вызываемых загрязнением, предусматривает обязательное знание нормы содержания загрязняющих химических веществ, поскольку экотоксикологические исследования должны входить непременной составной частью в биоиндикационные.

Как известно, к особенностям биоиндикаторов относятся следующее:

- реакция на относительно слабые нагрузки вследствие эффекта кумуляции дозы;
- суммирование действия различных антропогенных факторов;
- не требуется регистрация химических и физических параметров, характеризующих состояние окружающей среды;
- фиксация скорости проходящих изменений в окружающей среде;
- обнаружение тенденций развития окружающей среды;
- обнаружение возможных путей попадания токсикантов в пищевые цепи;
- возможность оценки и контроля степени воздействия загрязняющих веществ на живые организмы и человека.

Однако воробьи в данном случае относятся к биоиндикаторам по критериям «обнаружение тенденций развития окружающей среды» и «фиксация скорости проходящих изменений в окружающей среде», но не по химическому наличию определенных веществ, а по биологическому виду. Как известно, биоиндикатор – это группа особей одного вида или сообщества, по наличию или по состоянию которых, а также по их поведению, судят о естественных и антропогенных изменениях в среде.

На ландшафтах нашей республики тоже необходимо изучать структуру мезофауны на различных стадиях сукцессии ландшафтов. Так в середине лета 2008 г. (не далеко от трассы) г. Алматы – г. Балхаш на территории серо-бурых почв на кустарничках замечено интересное расположение пауков. Кустарнички располагаются на определенном расстоянии друг от друга и не соприкасаются. Между всеми кустарничками располагались одинаковые пауки среднего размера на своих паутинках. Их расположение в пространстве было идеально. Они занимали равные участки во всех направлениях. Эта идеальная картина возникает, скорее всего, по причине длительного отсутствия выпаса мелкого рогатого скота, который раньше здесь имелся.

Появились новые проблемы, в которых существенную роль играют сложившиеся современные ситуации. Например, отмечено тревожное (стрессовое) поведение жаворонков летом, которые находились на территории заправочно-питательного комплекса «Авразия», что расположен на автодороге г. Алматы – г. Бишкек. На асфальтированном участке данного комплекса сидело несколько жаворонков, словно птицы страдали не только от жажды, но и будто бы их кто-то выгнал с рядом лежащих полей. Интересно, что их потревожило так сильно? Какое разнообразие живых организмов находится на их территории в данный момент, как они относятся друг к другу. Рядом расположенные территории с сероземами ныне периодически используются под земледелие или не используются; периодически подвергаются пожарам. На некоторых участках производят укосы трав. На прилегающих к автодороге территориях, при отсутствии сельскохозяйственных посевов выпасается скот. Есть ли связь ситуаций встревоживших жаворонков и отсутствием воробьев в городе? Насколько серьезна ситуация с воробьиными?

Сейчас нужно сопоставить и выразить конкретные соотношения всех присутствующих в этой среде птиц. Каждый вид в природной экосистеме занимает определенную нишу и потому не вступает в жесткую конкуренцию с другими сообитателями, и в то же время хорошо адаптирован к условиям физического окружения [4]. Популяция устойчиво сохраняется только при присущей данному виду оптимальности численности, целостности сообщества, а при изменении численности, внедрении новых видов ослабляется конкурентоспособность и выживаемость. Уязвимость воробьиных заключается и в том, что они выют открытые гнезда: воробьи на деревьях и крышах построек, жаворонки – прямо на земле.

Популяция воробьев всегда и везде была самой многочисленной, а теперь на протяжении более полугода мы не слышали привычного чириканья воробьев за окнами. И раздаются ли летом трели жаворонка в поле? Различные варианты «Молчаливой весны» могут возникнуть и у нас. Даже если это и возникнет, то не сможет продолжиться длительное время по законам сукцессии. Так 3 января 2014 г. мы уже замечаем присутствие воробьев на деревьях города. Однако на данный момент имеющаяся ситуация требует всестороннего анализа специалистами данного профиля. Вот что пишут [4]: «Вся система стратегических подходов и планов действий направлена на сохранение биологического разнообразия в основном в естественном их состоянии и предполагает выработку ряда правовых, эко-

номических механизмов, совершенствование структуры управления, финансового обеспечения».

Ранее в средствах массовой информации появлялись данные о проблемах в аэропортах, возникших с ростом численности птиц на взлетных полосах самолетов, увеличением численности одного вида птиц в городах. В некоторые годы мы отмечаем массовое размножение гусениц, которые сильно поедают листья некоторых деревьев. Как решаются эти вопросы и насколько они безопасны для окружающей среды?

Изменение структуры трофических цепей в сукцессионных биоценозах приводят к многочисленным вариантам фитогенной и зоогенной сукцессий, это усложняет прогнозы их численности. Сукцессионные процессы восстановления ландшафтов происходят за счет увеличения и изменения числа и соотношения видов, усложнения круговоротов веществ, увеличение мортмассы и связанных с нею трофических каналов. В таких условиях развития экосистем трудно найти конкретную причину изменений. Не совсем просто подобрать биоиндикаторы. Роль биоиндикаторов становится зависимым не только от наличия загрязнителей в окружающей среде, но и других причин. Поэтому данная экологическая ситуация позволяет применять метод исключения, то есть не следует искать особо опасного токсиканта, который в городской среде подействовал на воробьев таким образом, что они все исчезли. И также не следует прогнозировать подобного действия возможного загрязнителя на другие организмы и человека. Оставшиеся, из выше перечисленных особенностей биоиндикаторов относительно воробьев не требуются. Также не требуются сведения об источниках поступления и закономерностях распространения и превращения в окружающей среде химических веществ, вызывающих у воробьев токсические эффекты, сопровождавшие их гибелью.

На рисунке, в 1 части, показаны стандартные связи между компонентами экосистемы. Автор тоже придерживается этих обозначений в работе, но стремится детализировать условные обозначения для городской среды, добавляя отдельно компонент «чужеродные виды», также выделяет величины воздействия в объемном виде (рисунок – 2 часть). На рисунке в части 2 показано уменьшение величины В, компоненты A_1 , A_2 , A_3 за время появления чужеродных видов, можно считать неизменными, увеличение величины C_i – показывается как возможность подавления развития В.

Дальнейшее развитие зоогенной сукцессии должно развиваться в направлении сдерживания роста величины C_i , а затем и его уменьшения,

так как уменьшилось число особей величины В. Возможно появление болезней и видов в сообществе, которые повлияют тоже на численность особей Си. Только в таком варианте может произойти самосохранение и самовосстановление популяций природного сообщества.

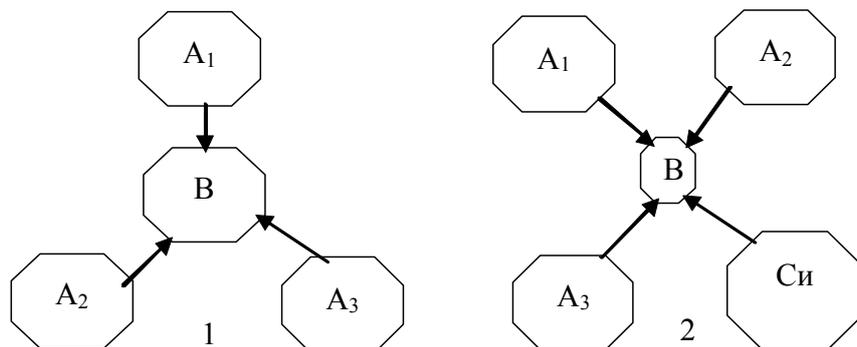


Рис. Направление связей компонентов в нормальной экосистеме и городских условиях. 1 – обычная экологическая ниша воробьев. 2 – нынешняя экологическая ниша воробьев. Компоненты воздействия: А₁ – климатические, водные, питательные; А₂ – шумы, электро- и радиоволны, болезни; А₃ – конкуренция межвидовая, пищевая цепочка и прочее. В – воробьи. Си – чужеродные виды.

Вот что пишет автор [3]: «Пара птиц, загнездившаяся в общем вольере, в период гнездования стала настолько агрессивной, что забила насмерть одного из серых скворцов, содержавшегося с ними в течение года». В работе [3] автор описывает, что обыкновенная майна, или саранчовый скворец (*Acridotheres tristis*) появилась в 40-х годах двадцатого столетия, а в Алматы – в 1962 г. [5] и быстро размножилась.

Так как майна принадлежит к семейству скворцов у них много общего с местным видом – обыкновенным скворцом. Но в тоже время майна не улетает на зиму в другие края, и приспособливается, поедая зимнюю долю пищи местных птиц. Наиболее сильный урон местным популяциям майна, скорее всего, наносит в весенний период. Агрессивность в период гнездования позволяющая им забить насмерть взрослого скворца, еще легче и быстрее позволит уничтожить воробьев, жаворонков вместе с птенцами или кладками яиц. Это шумные создания, которые живут небольшими группами или стаями [2]. В местных условиях вытеснив или (возможно) уничтожив обыкновенного скворца, птицы майна, скорее всего, оказывают подобное воздействие и на особей других воробьиных.

Таким образом, к числу загрязнителей экосистем следует отнести и чужеродные виды птиц, которые для популяций этой местности являются

как сорные. Такие виды загрязнения создают новые стадии зоогенной сукцессий, их следует учитывать и принимать меры по оценке и управлению состоянием экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеленин К.Н. Что такое химическая экотоксикология // Соросовский образовательный журнал. – Т.6. – № 6. – С. 32-36.
2. Как научить говорить майну? (Вопросы к эксперту). [Электрон. ресурс] – URL: www.deol.ru/nature/ptich/maina.htm (дата обращения: 09.01.2014).
3. Майны. [Электрон. ресурс] – URL: <http://zooclub.ru/birds/vidy/303.shtml> (дата обращения: 09.01.2014).
4. Национальная стратегия и план действий по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия National strategy and action plan on conservation and sustainable use of biological diversity. – Кокшетау, 1999. – 335 с.
5. Птицы Казахстана. [Электрон. ресурс] – URL: <http://www.birds.kz/species.php?species=712&l=ru> (дата обращения: 09.01.2014).
6. Реймерс Н.Ф. Природопользование / Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 638 с.

Поступила 13.01.2014

Ауыл.-шар. ғылымд. канд. Т.Р. Рыспеков

ТОРҒАЙЛАРДЫҢ БӨТЕН ҚҰС ТҮРЛЕРІМЕН КЕЙБІР ЭКОСИСТЕМАЛАРДАҒЫ МҮМКІН БОЛАТЫН АРА ҚАТЫНАСТАРЫН БОЛЖАУ

Бұл жұмыста торғай санының қалалардағы жылдам кемуі көрсетілген. Мұндай экологиялық жағдай бөтен құс түрлерінің әрекеттерінен пайда болды. Құс түрлері арасындағы бәсекелесті есептеу арылту тәсілін қолдануға мүмкіндік береді, демек, ерекше қауіпті, қалалық ортадағы торғайлардың қырылуына себеп болған токсикантты іздеудің қажеті жоқ. Сонымен қатар мұндай әрекеттің майн құстары мен басқа да организмдерге ықпал етуін ұмытпау қажет.

УДК 504.453.06:556.532(282.256.16)

Канд. геогр. наук А.Г. Царегородцева*
И.В. Сидорова*

ЭКОТОНЫ, КАК ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ АКВАЛЬНЫХ ГЕОСИСТЕМ

*ЭКОТОННЫЕ СИСТЕМЫ, ЭКОТОННЫЕ ГЕОКОМПЛЕКСЫ,
ДЕСТАБИЛИЗАЦИЯ АКВАЛЬНЫХ ГЕОСИСТЕМ, АНТРОПОГЕН-
НОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, МЕТОДОЛОГИЯ, ДИНАМИКА ПРИРОД-
НЫХ КОМПЛЕКСОВ*

В статье рассмотрена степень изученности и методология исследования экотонов применительно к речным геосистемам. Раскрыты факторы, влияющие на динамику экотонных экосистем.

В настоящее время, когда в результате деятельности человека появляются антропогенные и природно-антропогенные экосистемы, процесс возникновения новых экотонов получает все большее распространение. В зонах экотонов формируются особые экотонные биотические сообщества и соответствующие им экотонные системы. Экотоны отражают континуальность биогеоценотического покрова и осуществляют функцию соединения различных природных, или природных и антропогенных систем, и одновременно выполняют буферную функцию, а также функцию рефугиумов для ряда видов организмов. Изучение структуры, функционирования, географического распространения экотонов является одной из важных задач сохранения биологического разнообразия, что связано с большой уязвимостью комплексов экотонов к антропогенному воздействию.

В современных условиях в связи с глобальным ростом дефицита пресных природных вод особую важность приобретает проблема рационального использования водных объектов, охраны и их восстановления. Особую значимость при этом принадлежит изучение функционирования экотонной системы во взаимодействии с водной поверхностью. Интенсивное антропогенное воздействие на гидросферу вызвало дестабилизацию аквальных экосистем и прилегающих к ним территорий. Процессы взаимодействия водной и наземной среды формируют экотонную зону, размеры

* Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

которой зависят от свойств грунтов, гидрологического и гидрогеологического режимов суши, особенностей состава и динамики биокомплексов.

Экотон – переходная полоса между легко физиологически отличимыми сообществами. Проблема переходных пространств в ландшафтах экотонов и границ продолжает оставаться актуальной, несмотря на вековую историю. Экотоны обладают особым составом, структурой и механизмами устойчивости. Такие сообщества отличаются от зональных, представляя одну из главных особенностей экотонных территорий среды повышенной флуктуационной активности факторов [6]. Изучение динамики развития геокомплексов и оценка их современного состояния – важная научная проблема, от которой, во многом, зависят подходы к решению вопросов рационального природопользования. Прибрежно-водные биогеоценозы являются наиболее динамичными природными структурами. Они включают наземные и аквальные биогеоценозы, которые способны замещать друг друга вследствие изменчивости уровня воды и смещения береговой линии. Вопросы динамики прибрежно-водных биогеоценозов на сегодняшний день изучены недостаточно.

В первичном понимании по Ф. Клементсу, экотоны представляют собой контактные «микрзоны» между растительными сообществами или между соседними экосистемами. Они отличаются выраженным краевым эффектом – повышенной численностью организмов и проявлением пертиненции в виде разнообразных влияний сообществ организмов на физическое состояние среды собственного и соседних биоценозов. Они не образуют самостоятельных элементарных экосистем и являются объектом фитоценологического изучения.

Понятие «экотон» применялось Н.Б. Сочавой для обозначения буферного сообщества (например, амурской подтайги), а позже определялось как «переходная полоса между двумя регионами или двумя выделами геомеров» с замечанием, что «понятие уместно в учении о геосистемах». Сочава Н.Б., Вальтер Г. и Бокс Г. ввели понятие «зональный экотон», обозначая им переходное состояние растительности целой природной зоны, которая характеризуется смешением элементов двух различных формаций, либо равномерным, либо в форме макромозаичного покрова. Термин «зональный экотон», по мнению авторов, вполне применим в геоэкологии для обозначения совмещения элементов разных фаунистических комплексов.

Наряду с исследованием экотонов как специфических переходных пространств различных рангов и масштабов, чрезвычайный интерес пред-

ставляют исследования организации и функционального своеобразия особых лабильных экотонных систем на переходных экотонных территориях. Одной из важнейших характеристик переходных территорий оказывается повышенная флуктуационность, неустойчивость параметров абиотической среды. Именно к этому ее свойству должны быть адаптированы экотонные системы.

До настоящего времени не выработано общих методических принципов к решению проблемы пространственного выделения экотонов. Различные подходы к изучению экотонов привели к возникновению ряда терминов, дополняющих это понятие. Классиками фитоценологии и современными исследователями других областей знаний предлагаются разные классификации экотонов: генетическая, морфологическая, динамическая и т.д. Знание их содержания и принципиальных различий имеет важное методологическое и методическое значение при проведении исследований.

Известно, что пограничная зона между соседними биоценозами, как правило, более богата жизнью, чем каждое из этих сообществ, что особенно наглядно представлено в прибрежно-водных биогеоценозах озёр и рек. Эти переходные зоны (или экотоны) характеризуются наибольшей интенсивностью биологических процессов и оказывают большое влияние на всю озёрно-речную систему. Разнообразие экотонов и форм экотонных систем огромно. Они различаются по масштабам, возрасту, компонентам, составу биотических комплексов, обладают общими особенностями структурной организации, принципиально отличающими их от зональных экосистем, и высокой активностью биотических комплексов.

Растущие антропогенные нагрузки всё более дестабилизируют природную среду и вызывают заметное увеличение контрастности и мозаичности ландшафтной структуры крупных территорий. В свою очередь это сопровождается появлением новых природно-антропогенных и антропогенных границ, геохимических и энергетических потоков, путей миграции и расселения организмов и, следовательно, формированием новых экотонных геосистем разного ранга. Существует класс древних, эволюционно сложившихся экотонов – геоэкотонов, и класс молодых экотонов, в том числе антропогенного происхождения.

Система экотон является объектом специального исследования, которое включает не только анализ особенностей переходных территорий, но больше всего изучает установление закономерностей биогеоценоtiche-

ских взаимосвязей внутри системы, которые определяют его функциональную целостность, тип организации и механизмы устойчивости.

Долина (речная). Речные долины представляют собой очень сложную, разветвленную и в то же время связанную между собой единую систему ландшафтов. Они четко обособлены в физико-географическом отношении и резко контрастируют по своей морфологии с окружающими материковыми ландшафтами. Постоянно меняющийся направление, блуждающий речной поток приводит к большой изменчивости долинного ландшафта, к его непрерывной и глубокой перестройке и формированию типа поймы.

Поймы – сложившиеся ландшафтные образования, среди основных факторов их формирования и функционирования рассматриваются «поемость» и «аллювиальность». Пойменные массивы, помимо основного русла, могут быть отделены друг от друга множеством протоков и вторичных водотоков, имеющих целую сеть русловых образований: островов, осередков, останцов обтекания и т.д.

Большинство геоботанических работ в пойме посвящено картографированию и выявлению закономерностей зарастания луговой и древесной растительностью различных элементов рельефа. Часто роль паводкового заливания приводится как ведущий фактор формирования пойменной растительности, разделяя луговую растительность по длительности заливания (поемости) на краткопоемные, средне- и долгопоемные луга. Для каждого из выделенных типов характерен свой видовой состав, продуктивность и хозяйственная ценность [2-4].

Продолжительность затопления пойм зависит как от режима речного стока, так и от условий ее дренажа, что в свою очередь, связано с рельефом поймы и механическим составом ее почв, поэтому различные участки поймы неодинаковы по поемости, что создает разнообразие экологических ниш для развития растительных сообществ.

Поскольку известно, что между территориально удаленными друг от друга частями поймы не наблюдается сходства по срокам прохождения паводка, то за критерий при разграничении целостных территориальных выделов в пойме (пойменных массивов) принимается однообразие гидрологического режима. Типологическая процедура опирается на корректные представления о генезисе пойменных территорий, поскольку это является основой прогнозирования их будущего.

А.А. Линдсей и др. подчеркивают роль первичных элементов рельефа в поймообразовательном процессе и выделяют экотопы в зоне аллю-

виального максимума, рассматривают систему вода – суша на побочнях и осередках как экотонную. Особое значение придается ими распределению аллювия, хотя и не указывается роль гидрологического фактора в этом процессе на теле побочней и пляжей. По мнению авторов этим работам недостает комплексности и системности в рассмотрении развития растительности на первичных пойменных образованиях, древесная растительность рассматривается только как стадия, следующая за луговой во временном аспекте. Особое место, в такого рода исследованиях, занимает изучение закономерностей зарастания новых отложений древесно-кустарниковой растительностью. Так Д. Нансон и Г. Бич на примере реки Беатон (Колумбия) изучили сукцессию древесной растительности по шкале времени до 550 летнего возраста. Они подробно описали метод дендрохроноиндикации на примере бальзамического тополя, выявив анатомические особенности каждого класса возраста. При этом происходят существенные изменения сомкнутости крон во времени в зависимости от возраста отложений, которые могут быть использованы в качестве индикаторов возраста. Однако в этой работе в качестве факторов формирования ландшафтов приводится только седиментация и возраст морфологических элементов рельефа и не рассмотрены другие факторы: биологический, антропогенный.

Помимо природных факторов в настоящее время все большее воздействие на развитие пойменных комплексов оказывает хозяйственная деятельность человека. При этом увеличивается не только непосредственное воздействие на поймы (выпас скота, рубка леса, распашка наиболее повышенных пойменных участков и др.), но и косвенное, связанное с инженерными мероприятиями в руслах рек, и с разнообразной деятельностью на склонах речных долин. В работах, посвященных оценке хозяйственной деятельности человека по степени ее воздействия на поймы рек, показано, что на поймы, особенно в сильно освоенных районах, воздействуют, как правило, несколько видов хозяйственной деятельности одновременно, поэтому необходим комплексный подход к оценке их влияния при решении вопросов рационального использования пойм [1, 5].

Ландшафтное районирование пойм представляется важным для оптимизации использования пойменных экосистем в различных отраслях сельского хозяйства. Важно знание структуры и закономерностей развития пойм и в строительстве. Во-первых, есть много объектов, которые люди вынуждены возводить на поймах, – это опоры мостов через реки и на-

сыпи для подходящих к ним дорог, трубопроводы, речные порты, водозаборы. Во-вторых, в некоторых горных районах речные поймы являются единственными ровными площадками для строительства и сельского хозяйства. Возведение объектов и освоение пойм требует от проектировщиков знания как геологического строения пойм, прочности и водопроницаемости пойменных грунтов, гидравлических особенностей потока половодья, текущего через затопленную пойму, так и закономерностей формирования структуры пойменных ландшафтов и, в особенности, его первичных элементов на основе русловых образований.

В отличие от пойменных ландшафтов, где представлены полночленные природные комплексы, и доминируют биотические процессы, первичные элементы пойменного ландшафта не всегда имеют полный набор компонентов, и отличаются повышенной динамикой. В их формировании преобладают абиотические процессы. Динамическое равновесие биотического и абиотического компонентов в экосистеме определяет устойчивость функционирования природных комплексов пойм и их полночленное развитие. Роль антропогенного фактора проявляется через изменение устойчивости этой системы, смещая равновесие в ту или иную сторону. Исследователи русловых процессов рассматривают пойму как продукт взаимодействия водных потоков и геологических пород, ограничиваясь тем самым изучением лишь абиотического компонента экосистемы. Факторами формирования речной поймы при этом выступают геологические процессы, производимые деятельностью водного потока: глубинная эрозия (врезание), боковая эрозия (размыв берегов) и аккумуляция аллювия.

Внимание ряда ландшафтоведов привлекает в последнее время проблема ландшафтных экотонов. Исследования авторов пойменной части р. Иртыш позволили составить классификацию прибрежных экотонов ее долины (табл.).

Таблица

Классификация прибрежных экотонов долины реки Иртыш

Таксоны	Признаки таксонов	Названия таксономических подразделений
Надсистема	По типу ландшафта	Прибрежные экотоны
Система	По типу объектов гидросферы	Экотоны водоемов
Класс	По генезису и приуроченности объектов гидросферы к элементам мезорельефа местности (водоразделам,	Экотоны генетического происхождения (овражные, балочные, старичные, плесы, островки)

Таксоны	Признаки таксонов	Названия таксономических подразделений
Подкласс	овражно-балочным системам или речным долинам) По генезису и размерности	Прибрежные зоны водоемов. Мелководные зоны отдельных стариц.
Группа типов	По характеру водообмена, ветроволнового и теплового режима в разных зонах водоема	Подтопляемые берега пойменной части. Заостровные мелководья. Протоки. Изменение характера и скорости реки в зависимости от рельефа.
Типы	По условиям обитания, общности гидрологических, гидрохимических и грунтово-почвенных характеристик	Абразионные берега. Пляжи. Обсыхающие мелководья. Прибрежные мелководья у открытых берегов. Заболоченные луга и кустарники. Влажные луга и кустарники.
Варианты	Локальные участки экосистем по характеру зарастания, со сходным набором абиотических факторов и фитоценозов	Наземный. Водный.

Экотоны представляют собой переходные буферные зоны (полосы) между смежными, достаточно контрастными по своей природе геосистемами. Им свойственно повышенное разнообразие ландшафтных структур, интенсивное проявление латеральных вещественно-энергетических потоков, особая динамичность флуктуаций и трендов.

Исследования позволили по условиям обитания общности гидрологических, гидрохимических и грунтово-почвенных характеристик выделить доминирующие таксономические структуры: абразионные берега, пляжи и заболоченные луга и кустарники. Выявлено, что ландшафтные экотоны долины реки Иртыш имеют генетическое происхождение и приурочены к оврагам, балкам, большая часть к многочисленным пойменным старицам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болатбаев Т.Б. О значении дикой флоры Павлодарского Прииртышья для селекции кормовых растений и создания сеяных сенокосов и паст-

- бищ в Павлодарской области // Охрана природы и природопользование в Казахстане. – Целиноград: 1976. – С. 249-251.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природных ресурсов. – М.: Аспект Пресс, 1999. – 319 с.
 3. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с., Т. 2. – 376 с.
 4. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
 5. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А. В. и др. Агроэкология. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
 6. Экотонны в биосфере / Под редакцией д.г.н., проф. В.С. Залетаева. – М.: РАСХН, 1997. – 329 с.

Поступила 25.01.2014

Геогр. ғылымд. канд. А.Г. Царегородцева
И.В. Сидорова

АКВАЛЬДІ ГЕОЖҮЙЕЛЕРДІ ЗЕРТТЕУ НЫСАНЫ РЕТІНДЕГІ ЭКОТОНДАР

Мақалада өзен геожүйелерінің экотондарын зерттеу әдістемелері мен зерттелген деңгейі қарастырылған. Экотонды экожүйелердің динамикасына әсер ететін факторлар анықталған.

Чичасов Григорий Николаевич
(к 70-летию со дня рождения)



1 января 2014 года исполнилось 70 лет со дня рождения организатора и первого председателя редакционной коллегии научно-технического журнала «Гидрометеорология и экология», доктора географических наук, профессора Григория Николаевича Чичасова.

В 1961 году после окончания средней школы Григорий Николаевич поступает в Казахский Государственный университет им. Кирова (ныне им. аль-Фараби) на метеорологическое отделение географического факультета. В 1966 году он закончил учебу в университете и начал работать в секторе физической географии АН КазССР. С первых дней своей трудовой деятельности Григорий Николаевич активно включился в научную работу, принимал участие в конференциях молодых ученых Академии наук и экспедиционных исследованиях на ледниках Джунгарского Алатау.

В 1968 г. Г.Н. Чичасов переходит на работу в Казахский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (КазНИГМИ) в отдел метеорологии и климатологии.

Григория Николаевича всегда отличало стремление к развитию и совершенствованию. И в 1970 году он поступает в целевую аспирантуру Главной Геофизической обсерватории им. Воейкова в Ленинграде, в отдел динамической метеорологии к профессору Покровской Т.В. В 1973 году он успешно закончил аспирантуру, и в апреле 1974 года защитил кандидатскую

диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук.

После окончания аспирантуры Г.Н. Чичасов продолжил работать в КазНИГМИ, пройдя путь от младшего научного сотрудника до заместителя директора института по научной работе. Ряд лет он возглавлял Совет молодых ученых и специалистов института. Продуктивно работал в области долгосрочных прогнозов погоды, за внедрение которых награжден бронзовой медалью ВДНХ СССР. Опубликовал более 100 научных работ. В 1992 году Григорий Николаевич защитил докторскую диссертацию на тему «Статистические долгосрочные метеорологические прогнозы в Казахстане». Благодаря своему огромному трудолюбию, несгибаемой воле и большим организаторским способностям он достиг вершины профессионализма.

На протяжении ряда лет Григорий Николаевич работал преподавателем в университете, который когда-то закончил сам. Он всегда проявлял большую заботу о профессиональном росте своих коллег и сотрудников. По его инициативе и большой организационной работе в КазНИГМИ была организована аспирантура и создан Специализированный Совет по защите кандидатских диссертаций по специальности «Метеорология, климатология и агрометеорология», председателем которого он был до 1999 года. Это дало возможность молодым, талантливым и амбициозным специалистам защитить диссертации, и плодотворно трудиться на благо Казахстана.

В 90-е годы с обретением Казахстаном независимости Григорий Николаевич с присущей ему активностью организовал научный журнал, который дал возможность ученым нашей страны публиковать свои исследования. В те годы на огромном постсоветском пространстве был только один профессиональный журнал «Метеорология и гидрология», издаваемый в Москве, публиковать работы в котором специалистам с периферии было не просто. В марте 1995 году в Алматы, в Министерстве печати был зарегистрирован научно-технический ежеквартальный журнал «Гидрометеорология и экология». На свои плечи Григорий Николаевич взвалил всю работу по организации редакционного совета и редакционной коллегии. Неустанно привлекал специалистов к написанию статей, сам редактировал присланные в журнал материалы, проводил всю работу по решению технических и финансовых проблем для подготовки и издания журнала. Благодаря созданному им крепкому фундаменту журнал и сегодня продолжает активно жить и развиваться.

За 33 года своей научной деятельности в Казахстане, Григорий Николаевич оставил заметный след в развитии метеорологической науки Республики. Им разработаны методики месячных и сезонных прогнозов температуры и осадков не только для Казахстана, но и для Монгольской народной республики. Большое значение для нашей Республики имеет созданный им метод прогноза урожайности яровой пшеницы в Северном Казахстане, который был принят для оперативного использования. Большая заслуга Г.Н. Чичасова в широком внедрении передовых методов статистической обработки метеорологической информации для целей долгосрочного прогноза погоды. Широкую известность получила его монография «Технология долгосрочных прогнозов погоды».

После своего отъезда в Россию в 1999 году Григорий Николаевич продолжает активно трудиться в Росгидромете, являясь ректором Института повышения квалификации руководящих работников и специалистов Росгидромета. Он заслуженный метеоролог РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ. И сегодня специалисты из Казахстана повышают свою квалификацию в стенах этого института.

Редакция журнала и бывшие коллеги поздравляют Григория Николаевича с юбилеем. Желают ему крепкого здоровья и больших творческих успехов на благо гидрометеорологической науки.

*Коллеги из РГП «Казгидромет»,
КазНИГМИ, Каз ГУ им. аль-Фараби,
Редакция журнала*