

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау Ми-
нистрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды
Республики Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 2 – 3

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2008

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.М. Зейнуллин, канд. эконом. наук

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Ответственный секретарь

О.С. Галаева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Переводы на казахский язык:

А.У. Ортбаева (секретарь);

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 2 – 3 (49 – 50)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

<i>Адрес редакции:</i>	050022, Алматы, пр. Абая, д. 32, к. 413
<i>Телефон:</i>	(7272) 55-84-06
<i>E-mail:</i>	caspian_almaty@mail.ru http://www.meteo.kz

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в ОО «Школа XXI века».

050011, г. Алматы, ул. Р. Зорге, 18. Тел.: (327) 234-05-74; 234-09-43

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

А.Ф. Мухамедгалиев, А.Х. Ахмеджанов, А.Н. Искаков, Т.К. Караданов	
Расчет температуры земной поверхности и влагосодержания атмосферы по спутниковым измерениям уходящего излучения.	7
А.В. Чередниченко	
Динамика распределения облачности и осадков над северным Казахстаном по данным метеорологических радаров.	15
Н.И. Ивкина, А.В. Тугелбаева	
Режим ветра в районе острова Пешной.	27
И.В. Пархоменко	
О режиме ветра в г. Таразе при возникновении превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ.	34
А.Ф. Мухамедгалиев, А.Х. Ахмеджанов, А.Н. Искаков, Т.К. Караданов	
Определение значений спектрального альбедо земной поверхности на основе спутниковых измерений.	41
Ж.К. Ахмадиева, П.Я. Гройсман	
Общая оценка изменения климата Казахстана после 1990 года.	46
А.В. Чередниченко	
Характеристики радиоэха облачности атмосферных фронтов, осадков и опасных явлений над северным Казахстаном.	54
С.К. Давлетгалиев	
Расчет нормы годового стока рек правобережья бассейна р. Жайык (Урал) в пределах границы Республики Казахстан.	64
Н.И. Ивкина, К.И. Десятова	
Режим температуры морской воды в мелководной части северо-восточного Каспия.	75
Г.Н. Бисенгалиева	
К оценке подземного стока в высокогорной зоне Илейского Алатау.	82
С.Н. Досбергенов	
Мұнаймен ластанған топырақтарды қалпына келтіру әдістерінің қазіргі тандағы жағдайлары.	87

С.М. Романова	
Характеристика гидрохимического режима канала Ертис-Караганда. Сообщение 4. Микроэлементы, в том числе тяжелые металлы в донных отложениях и почвах трассы канала.	95
С.М. Романова	
Характеристика гидрохимического режима канала Ертис-Караганда. Сообщение 5. Накипеобразующие свойства воды.	99
Т.Я. Лопарева, Д.С. Шаухарбаева	
Содержание ртути и мышьяка в компонентах экосистемы озера Балхаш и водоемов нижней дельты реки Или.	105
С.С. Нуркеев, Ж.М. Жаппарова, А.К. Казбекова	
Термодинамика техногенного массива твердых бытовых отходов.	115
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
С.С. Байшоланов, П.Ж. Кожаметов	
Меры адаптации овцеводства к изменению климата.	123
П.К. Шынгисова, Т.Г. Царева	
О состоянии окружающей среды Республики Казахстан в первом полугодии 2008 г.	134
М.Ж. Бурлибаев, А.А. Джумагулов, Д.М. Бурлибаева	
К вопросу о переходе к европейской классификации качества вод рек и о методике определения их экологического состояния.	143
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
М.Ж. Аширбеков	
Влияние эксплуатационной промывки на солевой режим почвы культур хлопкового севооборота.	152
В.В. Жданов	
Водоледовый сель на р. Баянкол в декабре 2007 г..	156
Ж.М. Жаппарова	
К вопросу о подборе технологической схемы очистки фильтрационных вод полигона твердых бытовых отходов г. Алматы.	160
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
А.А. Турсунов	
Свод постановлений мусульманского права (шариат) о водопользовании и землепользовании.	165
М.Ж. Бурлибаев	
Арал-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия и проблемы водной токсикологии.	187

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

A.F. Mukhamedgaliyev, A.KH. Akhmedzhanov, A.N. Iskakov, T.K. Karadanov	
Surface temperature and specific humidity atmosphere calculation by satellite measurements of outgoing radiation.	7
A.V. CHerednichenko	
Distribution dynamics of the cloudiness and precipitation above Northern Kazakhstan with meteorological radars' observation.	15
N.I. Ivkina, A.B. Tugelbayeva	
Wind regime in the Peshnoy island area.	27
I.V. Parkhomenko	
About wind regime in the Taraz City at occurrence of the maximum permissible concentration of the polluting substances.	34
A.F. Mukhamedgaliyev, A.KH. Akhmedzhanov, A.N. Iskakov, T.K. Karadanov	
Definition of values spectral albedo of the Earth on the basis of the satellite measurements.	41
ZH.K. Akhmadiyeva, P. Groisman	
Total estimation of the climate change of the Kazakhstan after 1990. . .	46
A.V. CHerednichenko	
Characteristics of the cloudiness radioecho of the atmospheric fronts, precipitation and the dangerous phenomena above Northern Kazakhstan. .	54
S.K. Davletgaliyev	
Calculation of the normal annual flow of the Zhaiyk River basin right-bank rivers (Urals Mountains) within the limits of the Republic Kazakhstan boundary.	64
N.I. Ivkina, X.I. Dessyatova	
Sea water temperature regime of the northeast Caspian Sea shallow part. .	75
G.N. Bissengaliyeva	
To estimation of a groundwater flow in the Ily Alatau high-mountain zone. .	82
C.N. Dosbergenov	
Modern condition of the oil field recultivating methods.	87
S.M. Romanova	
Characteristic of the Ertis – Karaganda canal hydrochemical regime. Message 4. Microelements, inclusively heave metals in a bottom sediment and canal rack soil.	95

S.M. Romanova	
Characteristic of the Ertis – Karaganda canal hydrochemical regime. Message 5. Scale-forming properties of water.	99
T.Y. Lopareva, D.S. Shauharbaeva	
Contents of hydrargyrum and arsenic in components of the Balkhash lake ecosystem and reservoirs of the Ily River lower delta.	105
S.S. Nurkeev, Zh.M. Zhapparova, A.K. Kazbekova	
Thermodynamics of a technogeneous tract of the municipal solid waste.. .	115
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
S.S. Baisholanov, P.Zh. Kozhahmetov	
Adaptation measures of sheep breeding to climate change.	123
P.K. Shingisova, T.G. TSareva	
About environment of the Republic of Kazakhstan in the first six months 2008.	134
M.ZH. Burlibayev, A.A. Djumagulov, D.M. Burlibayeva	
To a question on transition to the European Classification of a river water quality and about a technique of a definition of their ecological condition.	143
BRIEF REPORTS	
M.G. Ashirbekov	
Influence of a operational washing to soil salt regime of the cotton crop rotation cultures.	152
V.V. ZHDanov	
Water-ice flow in the Bayancol River on December 2007.	156
Zh.M. Zhapparova	
To a question about selection of a peelings filtration water technologi- cal scheme of the Almaty City municipal solid waste landfill.	160
CRITICISM AND BIBLIOGRAPHY	
A.A. Tursunov	
Code of resolution of the Mohammedan law (Sheriyat) about water use and land tenure.	165
M.ZH. Burlibayev	
Aral-Syr-Darya basin: hydrochemistry and problems of a water toxicology	187

УДК 551.501: 629.195.1

**РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И
ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ АТМОСФЕРЫ ПО СПУТНИКОВЫМ
ИЗМЕРЕНИЯМ УХОДЯЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Доктор техн. наук

Доктор техн. наук

А.Ф. Мухамедгалиев

А.Х. Ахмеджанов

А.Н. Искаков

Т.К. Караданов

Измеряемое на спутнике уходящее излучение Земли определяется функцией пропускания, зависящей от концентрации поглощающих излучение атмосферных газов. На основе решения обратной задачи разработана методика расчета определения общего содержания поглощающих излучение атмосферных газов по спутниковым измерениям.

Развитие спутниковых систем расширяет области использования данных космического зондирования для решения различных задач атмосферы и земной поверхности. Физической основой для решения задач переноса излучения в атмосфере являются измерения на различных спутниках теплового уходящего излучения Земли, генерируемого в различных слоях земной атмосферы и, следовательно, выявляющего их термический режим, который, в основном, формируется содержащимся в них водяным паром.

Серия спутников NOAA-15 (с 1983 года) предназначена для изучения глобального изменения климата. Это солнечно-синхронизированный полярно-орбитальный спутник с радиометром Advanced Very High Resolution (AVHRR) с пятью каналами. Один из каналов относится к видимому, и четыре других – к ближнему инфракрасному и инфракрасному участкам спектра. Со сканера спутника поступает информация о спектральных характеристиках земной поверхности, проводятся дневные и ночные съемки с целью картирования облаков, снега, льда и температуры поверхности. Информация о температурном режиме земной поверхности представляется в виде картированных масок с градацией температуры в цвете.

Данные, получаемые с метеорологических спутников, и особенно со спутника «TERRA/MODIS», широко используются при исследо-

вании атмосферы, океана и суши Земли. Сканер MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer – сканирующий спектрорадиометр среднего разрешения) предназначен для сбора данных об атмосфере и поверхности Земли как единой системы [3]. Данные о всей поверхности Земли поступают со сканера MODIS каждые 2 дня по 36 спектральным каналам (в диапазоне длин волн 0,405...14,385 мкм) с пространственным разрешением 250...1000 м, что обеспечивает возможность для моделирования климата в глобальном и региональном масштабах. В двух диапазонах длин волн (620...670 и 841...876 нм) сканирование объекта ведется с пространственным разрешением 250 м, в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах длин волн – с разрешением 500 м, а в остальных (диапазон от 0,4 до 14,4 мкм) – 1000 м.

Уходящее излучение, измеряемое на спутнике, является суперпозицией излучений всех элементарных слоев атмосферы, причем вес, с которым входит излучение от каждого слоя, определяется функцией пропускания, зависящей от концентрации поглощающих излучение атмосферных газов.

Наиболее важная составляющая часть земной атмосферы – водяной пар. Пространственно-временная изменчивость его концентрации у земной поверхности колеблется в широких пределах. Основная масса водяного пара сосредоточена в тропосфере, и его концентрация быстро убывает с высотой. Среднее значение содержания водяного пара в вертикальном столбе атмосферы Земли в умеренных широтах составляет около 1,6...1,7 см «слоя осажденной воды» (это толщина слоя сконденсированного водяного пара) [1]. Сведения относительно содержания водяного пара в стратосфере противоречивы. Предполагалось, например, что в диапазоне высот от 20 до 30 км удельная влажность сильно увеличивается с высотой. Однако экспериментальные измерения указывают на большую «сухость» стратосферы. По-видимому, удельная влажность стратосферы слабо зависит от высоты и составляет 2...4 мг/кг. Изменчивость содержания водяного пара в тропосфере определяется взаимодействием процессов испарения, конденсации и горизонтального переноса. В результате конденсации водяного пара образуются облака с последующим выпадением атмосферных осадков в виде дождя, града и снега. Процессы фазовых переходов воды протекают преимущественно в тропосфере. Именно поэтому облака в стратосфере (на высотах 20...30 км) и мезосфере (вблизи мезопазы), получившие название перламутровых и серебристых, наблюдаются

сравнительно редко, тогда как тропосферные облака наблюдаются часто и обычно закрывают около 50 % всей земной поверхности.

Земная поверхность, облака и атмосфера являются источниками теплового излучения. Спектр излучения земной поверхности и облаков близок к спектру излучения черного тела при соответствующих температурах; большая часть этого излучения сосредоточено в области длин волн 5...50 мкм (с максимумом около 10 мкм). В области спектра 4...7 мкм присутствуют сильные полосы поглощения водяного пара и углекислого газа. Для области спектра 8...12 мкм характерно довольно слабое поглощение излучения (так называемое «окно прозрачности»).

Одной из важных компонент земной атмосферы является углекислый газ, изменчивость содержания которого связана с жизнедеятельностью растений (фотосинтез), промышленными загрязнениями и растворимостью в морской воде (газообмен между океаном и атмосферой Земли). Обычно изменения содержания углекислого газа невелики, но иногда могут достигать заметных значений. За последние десятилетия наблюдается рост содержания углекислого газа в атмосфере, обусловленный промышленным загрязнением, и это может иметь влияние на климат Земли вследствие создаваемого углекислым газом парникового эффекта. Предполагается, что средняя концентрация углекислого газа остаётся неизменной во всей толще гомосферы. Выше 100 км начинается его диссоциация под влиянием солнечной ультрафиолетовой (УФ) радиации. Около 15 мкм сосредоточена сильная полоса поглощения углекислого газа. Частично перекрываясь с ней, а также в более далекой инфракрасной области спектра располагаются полосы поглощения водяного пара.

УФ радиация почти полностью поглощается в стратосфере озоном. Среднемесячные значения общего содержания озона изменяются в зависимости от широты и времени года. Среднее значение общего содержания озона в г. Атырау составляет 379 единиц Добсона, согласно 20020401.Filter.M-124.368.MGO. Наблюдается увеличение содержания озона от экватора к полюсу и годовой ход с минимумом осенью и максимумом весной. Озон также имеет несколько полос поглощения в инфракрасной области. Однако практический интерес представляет полоса озона, центр которой приходится на длину волны 9,65 мкм, так как она расположена в области атмосферного окна прозрачности. Все другие полосы поглощения озона перекрываются полосами поглощения водяного пара и углекислого газа.

Одной из наиболее оптически активных компонент атмосферы является аэрозоль — взвешенные в воздухе частицы размером от нескольких нм до нескольких десятков мкм, попадающий в атмосферу Земли с поверхности суши и океана, а также из космоса. Аэрозоль наблюдается в тропосфере и в более верхних слоях атмосферы Земли. Концентрация аэрозоля быстро убывает с высотой, но на этот ход налагаются многочисленные локальные максимумы, связанные с существованием аэрозольных слоев и региональными зонами их генерации.

Кроме основных, поглощающих инфракрасную радиацию газов (H_2O , CO_2 и O_3), в атмосфере содержится ничтожное количество других газов, имеющих полосы поглощения в инфракрасной области – это всевозможные окислы азота (NO , N_2O , N_2O_4 , N_2O_5), ряд углеводородных соединений (C_2H_4 , CH_4) и др.

Благодаря сильному поглощению длинноволновой радиации водяным паром, углекислым газом и озоном большая часть излучения земной поверхности поглощается атмосферой, но для коротковолновой солнечной радиации атмосфера прозрачна. Особенно большую роль в поглощении и излучении инфракрасной радиации играют облака. В целом атмосфера оказывает сильное тепляющее воздействие на земную поверхность.

Рассмотрим возможность определения масс газовых составляющих атмосферы по данным MODIS на момент съемки одного выбранного участка. Спектр собственного излучения атмосферы состоит из большого числа линий и полос (Рис. 1). Наиболее широкими и интенсивными полосами поглощения в инфракрасной области спектра обладает водяной пар. Кроме этого, заметное влияние на ослабление теплового излучения в атмосфере оказывают CO_2 и O_3 .

Спектральные области, в которых сосредоточена коротковолновая солнечная и длинноволновая земная радиация, практически не перекрываются, следовательно, перенос коротковолновой и длинноволновой радиации можно рассматривать отдельно. При таком подходе уравнение переноса излучения в атмосфере можно упростить. Для длинноволновой радиации пренебрежимо мало рассеяние, тогда как в коротковолновой области ничтожно мало собственное излучение Земли, облаков и атмосферы.

Уравнение переноса длинноволнового излучения от земной поверхности в атмосфере может быть записано в следующем виде:

$$\frac{dJ_{\lambda}^{\uparrow}}{dz} = -\frac{\rho a_{\lambda}}{\cos \vartheta} (J_{\lambda}^{\uparrow} - I_{\lambda}), \quad (1)$$

где J_{λ}^{\uparrow} – интенсивность восходящего теплового потока, I_{λ} – функция Планка, λ – длина волны, α_{λ} – массовый коэффициент поглощения излучения, ϑ – угол зондирования, ρ – плотность атмосферного газа, поглощающего излучение.

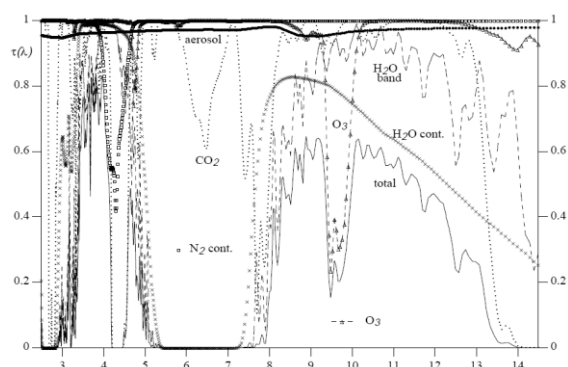


Рис. 1. Функция пропускания атмосферы при среднеширотных летних условиях. График приведен из [3].

Изучение спектров длинноволнового излучения различных участков земной поверхности показало, что с вполне достаточной степенью точности земную поверхность можно считать черным телом. Это означает, что излучение земной поверхности при всех длинах волн отличается на один и тот же множитель от излучения абсолютно черного тела, имеющего температуру, одинаковую с температурой земной поверхности. Относительный коэффициент поглощения, или поглощательная способность σ земной поверхности для различных участков поверхности по данным измерений колеблется от 0,85 до 0,99. Наибольшей поглощательной способностью в инфракрасном участке спектра обладает снег, для которого $\sigma = 0,986$ (по другим данным 0,995). Поэтому, принимая во внимание высоту атмосферы H , решение уравнения (1) может быть записано в виде:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(H) = I_{\lambda}(T_0) + e^{-\frac{\alpha_{\lambda}\rho H}{\cos\vartheta}} \left(\frac{\alpha_{\lambda}}{\cos\vartheta} \int_0^H \rho I_{\lambda}(T(z)) e^{-\frac{\alpha_{\lambda}\rho(H-z)}{\cos\vartheta}} dz \right), \quad (2)$$

где $J_{\lambda}^{\uparrow}(H)$ – фиксируемое на спутнике значение интенсивности излучения.

В правой части (2) первый член соответствует восходящему излучению от земной поверхности с радиационной температурой рассматриваемого участка T_0 , а второй – излучению атмосферы. Последнее выражение можно переписать в следующем виде:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(H) = J_{\lambda}^{\uparrow}(T_0) + J_{atm}, \quad (3)$$

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(T_0) = I_{\lambda}(T_0) e^{-\frac{\alpha_{\lambda} \rho H}{\cos \theta}}, \quad (4)$$

где $J_{\lambda}^{\uparrow}(T_0)$ – восходящее тепловое излучение от участка земной поверхности при температуре T_0 , J_{atm} – излучение атмосферы, $I_{\lambda}(T_0)$ – функция Планка:

$$I_{\lambda}(T_0) = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k T_0}} - 1}. \quad (5)$$

Для определения температуры участка земной поверхности T_0 можно использовать данные спутника об интенсивности излучения J_{λ}^{\uparrow} по 20 каналу (3,66...3,84 мкм):

$$T_0 = \frac{hc}{\lambda k} \cdot \frac{1}{\ln \left(1 + \frac{2\pi h c}{\lambda^5 J_{\lambda}^{20}} \right)}, \quad (6)$$

Рассчитанное поле температур земной поверхности по космоснимку в ночное время на северо-восточном побережье Каспийского моря на 7 апреля 2008 года представлено на рис. 2, что действительно соответствует фактической температуре в этом районе (<http://meteocenter.net>) с возможной ошибкой до 1 °С.



Рис. 2. Рассчитанное по космоснимку от 7 апреля 2008 года поле температуры на северо-восточном побережье Каспийского моря.

Для участка спектра излучения 5,4...7,2 мкм, непрозрачного для излучения от поверхности Земли, на сканере MODIS регистрируется излучение самой атмосферы (Рис. 1), и тогда $J_{\lambda}^{\uparrow}(H) = J_{atm}^{27}$, поскольку для 27 канала диапазон волн составляет 6,535...6,895 мкм.

Учитывая, что излучение атмосферы в ночное время можно принять за излучение черного тела, определим температуру атмосферы по формуле Планка:

$$T_{atm} = \frac{hc}{\lambda k} \cdot \frac{1}{\ln \left(1 + \frac{2\pi hc}{\lambda^5 J_{atm}^{27}} \right)}, \quad (7)$$

где h – постоянная Планка, c – скорость света, k – постоянная Больцмана.

Можно допустить, что для рассматриваемого момента съемок T_{atm} является средней температурой атмосферы, тогда

$$J_{atm} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\frac{hc}{e^{\lambda k T_{atm}} - 1}}. \quad (8)$$

Рассмотрим вопрос об определении массы водяного пара. По значению интенсивности излучения атмосферы можно определить массу атмосферного газа, поглощающего излучение. Излучение, приходящееся на интервалы длин волн 5,5...7,0 мкм и 17 мкм и выше, поглощается в основном водяным паром. Для определения массы водяного пара можно воспользоваться данными интенсивности излучения J_{λ}^{\uparrow} по 31 каналу (10,78...11,28 мкм).

Поглощение излучения в атмосфере зависит от количества поглощающего вещества, а не от геометрической толщины слоя, поэтому вместо высоты z удобно ввести новую переменную – поглощающую массу:

$$m = \int_0^z \rho dz, \quad (9)$$

где ρ – плотность поглощающего вещества. При этом m следует понимать как эффективную поглощающую массу, т.е. количество поглощающего вещества в столбе воздуха единичного сечения от земной поверхности до уровня z .

Тогда из уравнения (2), с учетом функции пропускания, следует:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(H) = 0,67 I_{\lambda}^{\uparrow}(T_0) e^{-\frac{\alpha_{\lambda} m H}{\cos \theta}}. \quad (10)$$

Из (10) можно найти выражение для определения количества водяного пара m :

$$m = \frac{\cos \theta}{\alpha_{31} H} \ln \frac{0,67 I_{31}(T_0)}{J_{31}^{\uparrow}}. \quad (11)$$

В соотношении (9) массовый коэффициент поглощения излучения α_λ можно определить из таблиц [2], а $I_\lambda(T_0)$ определяется по формуле Планка при известном значении температуры участка земной поверхности T_0 и J_{31}^\uparrow по данным интенсивности уходящего излучения в 31 канале.

Среднее значение влагосодержания вертикального столба на северо-восточном побережье Каспийского моря составляет $28 \pm 2,8$ кг/м², рассчитанное по данным космоснимка от 7 апреля 2008 г. Аналогичным образом можно определить содержание углекислого газа по 24 каналу и озона по 30 каналу сканера «MODIS».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 640 с.
2. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики – СПб.: Наука, 2003. – 474 с.
3. WAN Z. MODIS LST ATBD // Institute Computational Earth System Science, USA, Santa Barbara, 1999, 77 pp.

ДГП Институт космических исследований, г. Алматы

РГП ЦАФИ НКА РК, г. Алматы

ШЫҚҚАН СӘЛЕНІ СПУТНИКПЕН ӨЛШЕУ АРҚЫЛЫ ЖЕР БЕТІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАСЫ МЕН АТМОСФЕРАДАҒЫ ЫЛҒАЛ МӨЛШЕРІН ЕСЕПТЕУ

Техн. ғылымд. док.	А.Ф. Мұхамедғалиев
Техн. ғылымд. док.	А.Х. Ахмеджанов
	А.Н. Ысқақов
	Т.К. Қараданов

Спутникпен өлшенген жердің шыққан сәулесі атмосфералық газдардың жұтылған сәулесінің концентрациясына тәуелді болатын өткізгіштік функциясымен анықталады. Кері есепті шешу негізінде спутниктік өлшемдер бойынша атмосфералық газдардың жұтылу сәулесінің жалпы мөлшерін анықтауды есептеу әдістемесі әзірленді.

УДК 551.(501.81+577.5)

**ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАЧНОСТИ И ОСАДКОВ
НАД СЕВЕРНЫМ КАЗАХСТАНОМ ПО ДАННЫМ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РАДАРОВ**

Канд. геогр. наук А.В. Чередниченко

Рассмотрены особенности распределения облачности и осадков над Северным Казахстаном, которые существенно уточнены на основе информации метеорологических радаров (МРЛ) Костаная и Павлодара. Выявлены значительные неоднородности в распределении и облачности, и осадков, обусловленные как орографией, так и временем года. Предполагается, что результаты исследований будут использованы при оценке доступного потенциала облачности с целью вызывания дополнительного количества осадков.

Северный Казахстан является главным сельскохозяйственным регионом страны. Количество осадков, которое здесь выпадает, достаточно для ведения и развития сельскохозяйственных работ. За год в среднем выпадает 280...320 мм осадков [8, 9], из которых около 50 % в течение вегетационного периода – с мая по август. Распределение осадков в течение года для некоторых станций Северного Казахстана приведено в таблице 1.

Таблица 1

Годовой ход количества осадков на некоторых станциях Северного Казахстана

Станция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Кустанай агро	13	11	12	20	29	40	51	37	29	31	21	16	30
Урицкий	18	12	14	22	31	42	56	37	32	36	25	19	344
Комсомолец	13	11	11	21	31	49	65	42	29	31	20	16	339
Кушмурун	17	10	12	18	30	32	49	29	23	28	18	17	283
Кокчетав	13	9	10	17	32	44	58	38	29	32	19	14	325
Павлодар АС	15	13	16	15	25	34	39	35	21	23	23	19	278
Экибастуз	11	10	12	15	25	36	47	45	22	20	14	12	269
Баян-Аул	15	15	19	24	33	49	58	50	31	28	21	18	361
Астана	19	14	18	20	31	41	52	41	26	27	19	18	326
Наурзум	14	10	15	18	29	34	37	25	21	29	18	15	265

Осадки теплого периода выпадают большей частью из облачности конвективного происхождения, на что указывает и число гроз, достигающее 21...22 случаев за период с мая по июнь. В зимний период количество осадков на станциях Северного Казахстана различается менее чем на 10 мм. Основные имеющиеся различия в годовом количестве осадков обусловлены различиями в количестве летних осадков, что тоже указывает на их конвективное происхождение. Именно поэтому конвективной облачности, осадкам и грозам уделено здесь наибольшее внимание.

Для анализа использованы данные МРЛ Костаная и Павлодара, ряда метеорологических станций, а также аэросиноптическая информация в виде данных температурно-ветрового зондирования, приземных карт погоды и карт барической топографии. Полные данные наблюдений МРЛ имеются за восьмидесятые и девяностые годы, что определило выбор периода наблюдений. Возможности МРЛ, а также приемы анализа изложены в [1-5, 8, 10, 12 и др.].

Как известно [10], возможности МРЛ по обнаружению облачности, особенно после дальности 100 км, уменьшаются. Это делает невозможным произвольное сравнение повторяемости облачности по площади без учета расстояния от МРЛ. Однако возможно ее сравнение по окружностям равного удаления. Кроме того, если с увеличением удаления нарушается плавность изменения повторяемости, то это тоже следствие существования разностей в повторяемости облачности в смежных квадратах наблюдений. Этими моментами, особенно первым – сравнением вдоль окружностей равной дальности, мы и будем пользоваться при анализе.

На рис 1. представлено распределение средней повторяемости облачности в апреле с высотой верхней границы 6 км и более по квадратам 30×30 км, полученное по данным МРЛ Костаная. Можно видеть что, несмотря на достаточно большой период осреднения (3 года), определенные особенности сохраняются, т.е. имеет место закономерность.

Прежде всего, отмечается облачность пониженной повторяемости в почти меридионально ориентированной полосе – озеро Кушмурун, долина реки Убаган (а затем Тобола), вдоль которой имеется много мелких озер и довольно крупное озеро Тениз. В апреле озера еще покрыты льдом и температура их поверхности и прилегающих частей долины низкая. Поэтому условий для конвекции нет.

Высота уреза воды в озере Кушмурун 102 м над уровнем моря. Высота восточной части Тургайского плато, меридионально ориентиро-

ванного участка восточнее реки Убаган, на 125 ... 140 м больше. И этого оказалось достаточным, чтобы вдоль данного участка плато, тоже меридионально, располагалась область повышенной повторяемости конвективной облачности (рис. 1).

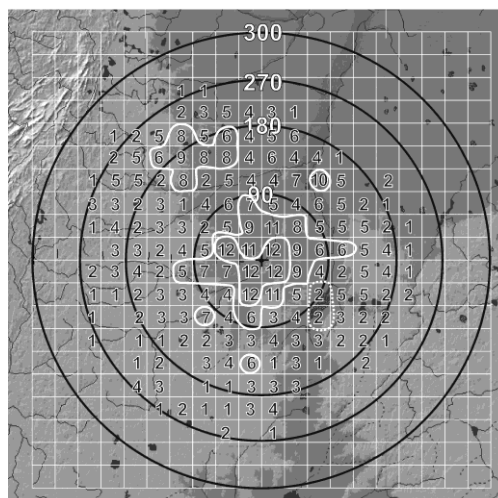


Рис. 1. Распределение радиоэха в районе Костаная в апреле.

Еще одна область повышенной повторяемости конвективной облачности расположена над северной частью Тургайского плато в 150 км южнее Костаная, высоты которого над уровнем моря составляют около 225 м. Севернее Костаная, над юго-западом Курганской области России наблюдается обширная и контрастная область повышенной повторяемости конвективной облачности, хотя высоты этого района над уровнем моря всего 193 м. И возвышенность просматривается скорее как обширный водораздел.

Разрозненные очаги повышенной повторяемости конвективной облачности имеют место в 60...180 км к западу от Костаная над Зауральским плато (высоты над уровнем моря 223...300 м). Согласно [8] район Зауральского плато характеризуется самой большой высотой снежного покрова в Кустанайской области (МС Комсомолец). Снежный покров здесь сходит только к третьей декаде апреля. Естественно, что наличие снежного покрова, даже в виде очагов, препятствует конвекции, что мы и наблюдаем.

Из анализа распределения конвективной облачности и ее связи с подстилающей поверхностью в апреле можно заключить следующее. В апреле, когда осуществляется быстрый переход от холода к теплу, конвекция получает интенсивное развитие. При этом она особенно чувствительна к температуре подстилающей поверхности. Над озерами, которые часто еще и не вскрылись, и долинами рек условий для конвекции практически

нет. В то же время возвышенности, с которых в первую очередь сходит снег, и которые быстро прогреваются, способствуют образованию конвективной облачности. При этом определяющей является не динамическая, а термическая составляющая.

Плато и возвышенности с малыми превышениями, где небольшие скорости ветра и выше температура воздуха, выше и температура подстилающей поверхности. Это больше способствует конвекции, чем более высокие плато, даже, если разность высот в пределах 100 м.

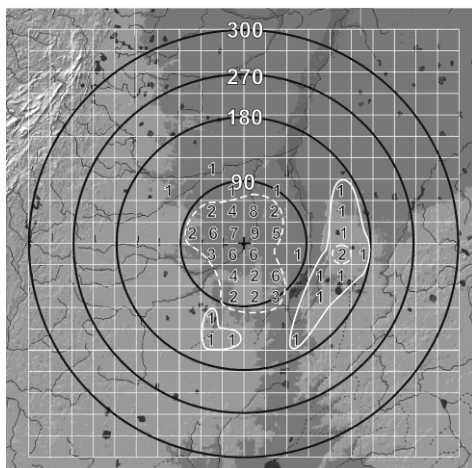


Рис. 2. Распределение радиоэха в районе Костаная в октябре.

На рис. 2. представлено распределение повторяемости конвективной облачности в октябре, когда осуществляется очень быстрый переход от теплого к холодному сезону. Можно видеть, что конвекция в октябре заметно слабее, чем в апреле, однако основные закономерности сохраняются, подтверждая сделанные выше выводы.

В июле условия для развития конвекции наиболее благоприятны, В этом месяце отмечается максимум осадков в годовом ходе и выпадает около 50 мм, или шестая часть от годового количества. Почти все осадки, выпадающие в июле, имеют конвективное происхождение. На рис. 3. представлено распределение повторяемости облачности с высотой верхней границы 6 км и более, т.е. в основном конвективной.

Можно видеть что, несмотря на определенную преимущество с апреля, имеются и существенные отличия. Так, облачность повышенной повторяемости на севере и северо-северо-западе в 200 км от МРЛ если не исчезла полностью, то сильно ослабла. Исчезла также область пониженной повторяемости вдоль долины реки Убаган. Менее заметным стал и

минимум повторяемости над озером Кушмурун. В то же время над областью западнее Костаная в 150...180 км, над Зауральским плато, отмечается самая высокая повторяемость конвекции. Существенно она возрастает и над севером Тургайского плато, западнее и восточнее озера Кушмурун, а также вдоль возвышенностей восточнее реки Убаган.

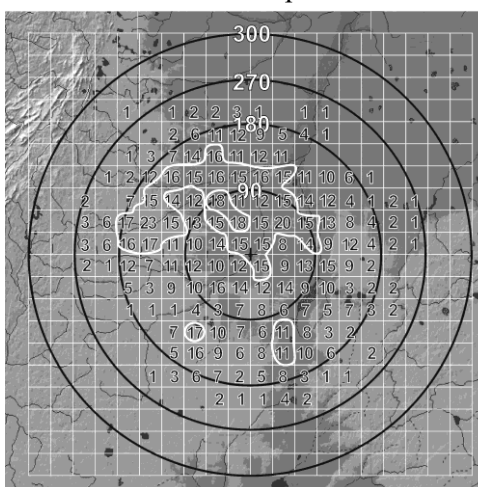


Рис. 3. Распределение радиоэха в районе Костаная в июле.

Следовательно, в июле, в результате значительного прогрева конвекция в районе Костаная возможна над любой территорией, включая понижения, долины и даже поверхности озер. В то же время наибольшая средняя повторяемость облачности над возвышенностями, т.е. динамический фактор, в отличие от апреля, становится определяющим. Кроме того, повышенное влагосодержание в нижнем слое в результате испарения с мелких прогретых озер Зауральского плато тоже способствуют развитию конвекции. Таких дополнительных условий почти нет над попавшими в зону наблюдения МРЛ частями Тургайского плато, и повторяемость конвективной облачности над ними несколько ниже. Следовательно, в июле, когда относительная влажность нижнего слоя воздуха не высокая, а мелкие озера хорошо прогреты, то они не препятствуют, но даже способствуют конвекции.

Рассмотрим далее суточный ход облачности всех типов по данным МРЛ Костаная в срединные месяцы сезонов (таблица 2). Во все сезоны максимум повторяемости облачности приходится на 12 ч местного времени. Во все месяцы сезонов он несколько превышает 15 % от суммы за 8 сроков. Максимум довольно размыт. В 09 ч повторяемость облачности ниже, чем в момент максимума всего на 1 % или меньше. Только в сентябре эта разница составляет 1,6 %.

Таблица 2

Суточный ход средней повторяемости радиоэха (%) всех типов в районе Костаная. (Время по Гринвичу)

Месяц	Срок								Повторяемость сроков с облачностью, %
	00	03	06	09	12	15	18	21	
Январь	10,2	11,4	12,7	14,6	15,5	12,7	12,1	10,8	21
Апрель	10,0	12,0	13,3	15,2	15,2	12,6	11,3	10,3	42
Июль	9,9	10,1	12,9	14,8	15,4	14,1	13,5	9,9	70
Октябрь	10,5	10,8	11,8	14,0	15,6	13,8	12,5	11,2	51

Минимум повторяемости облачности приходится на 00 ч и близок к 10 %. Амплитуда суточного хода во все месяцы составляет 5 %. Таким образом, мы получили, что суточный ход облачности всех типов имеет относительно плавный и одинаковый ход во все срединные месяцы сезонов, что несколько неожиданно. Однако следует помнить, что МРЛ фиксировал облачность только в сроки, когда она была. Чрезвычайно информативной, поэтому представляется последняя графа таблицы 2 «повторяемость сроков с облачностью, %». Можно видеть, что зимой МРЛ фиксировал облачность только 20 %, в апреле 42 %, в июле 70 % и в сентябре – 51 % облачности от общего количества сроков за месяц. Тогда полученную нами повторяемость общей облачности по срокам в срединные месяцы сезонов следует воспринимать так, что в дни, когда синоптические условия благоприятствуют существованию облачности, ее суточный ход практически не зависит от сезонов года и обладает описанными выше особенностями. Амплитуду суточного хода повторяемости в 5 % можно рассматривать как влияние суточного хода в местных региональных условиях, накладывающихся на крупномасштабные процессы.

Рассмотрим далее суточный ход конвективной облачности в июле (табл. 3). В ней приведены данные за все три года, в которые велась обработка. Можно видеть, что число случаев конвекции существенно изменяется от года к году. Так, если в 1980 и 1981 гг. было 157 и 161 случай конвекции, соответственно, то в 1981 г. было всего 112 случаев, т.е. на 30 % меньше.

В 1980 г. максимум конвекции имел место в 12 ч, по Гринвичу т.е. около 18 ч по местному времени. При этом максимум растянут на период с 09 до 15 ч, т.е. конвекция и грозы имеют место в течение второй половины дня с 12 до 18 ч местного времени.

Таблица 3

Суточный ход количества конвективной облачности в июле в районе Костаная (%). (Время по Гринвичу)

Год	Срок								Сумма
	00	03	06	09	12	15	18	21	
1980	14	17	20	24	26	25	16	15	157
1981	14	13	14	18	17	15	11	10	112
1982	11	12	16	16	19	19	15	13	121
Сумма	39	42	50	58	62	59	42	38	390
Среднее	13	14	17	19	21	20	14	13	131

Минимум повторяемости конвективной облачности приходится примерно на 6 ч местного времени и в минимуме эта повторяемость в 2 раза ниже, чем в максимуме, т.е. амплитуда суточного хода значительна. В 1982 г. суточный ход повторяемости конвективной облачности такой же, как и в 1980 г., однако максимум несколько сдвинут на период 15...18 ч местного времени.

В засушливом 1981 г. максимум повторяемости имел место в 15 ч, а минимум в 00 ч местного времени, т.е. и максимум и минимум оказались сдвинуты на один более ранний срок. Возможно, низкое влагосодержание атмосферы в такие годы не способствуют развитию конвекции во вторую половину дня, когда температура воздуха высокая, а ночью по этой же причине радиационное выхолаживание интенсивнее и оно быстрее понижает температуру подстилающей поверхности. Сравнивая суточный ход общей и конвективной облачности в июле (табл. 2 и 3), отметим, что время экстремумов почти совпадает, однако амплитуда суточного хода конвективной облачности в 1,5...3 раза больше.

Рассмотрим теперь для большей убедительности наших выводов особенности конвекции в районе Павлодара. На рис. 4 представлено пространственное распределение конвективной облачности в данном районе в 12 ч местного времени.

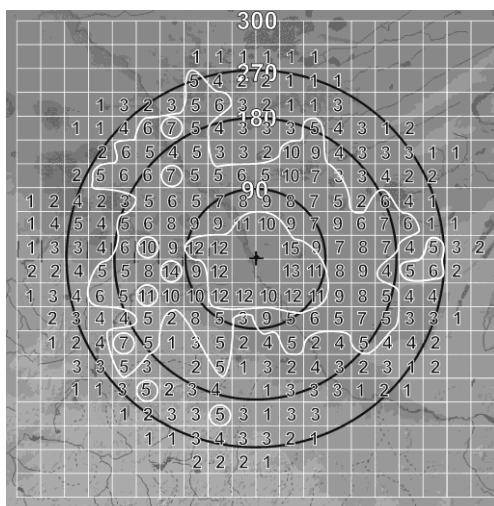


Рис. 4. Распределение радиоэха в районе Павлодара срок 12 ч местного времени.

Выделяется пять основных областей повышенной повторяемости конвективной облачности в зоне наблюдений МРЛ Павлодара. Прежде всего, это область в 180...220 км к северо-западу от МРЛ. Здесь расположена обширная зона озер, из которых крупнейшими является Селетыниз. Вторая область расположена в 150 км к северо-северо-востоку от МРЛ в районе группы расположенных здесь озер (озеро Топольное и др.).

Еще одна область повышенной конвекции расположена примерно в 230 км к востоку у западных отрогов Приобского плато (высоты над уровнем моря до 324 м, а высота района Павлодара 108 м). К югу от Павлодара у северных склонов Казахского мелкосопочника (район Баян-Аула, высоты до 1020 м) расположена еще одна область повышенной повторяемости конвекции. К юго-западу на таком же расстоянии 180...250 км имеется обширная, ориентированная примерно с северо-северо-запада на юго-юго-восток, область повышенной повторяемости радиоэха, обусловленная влиянием хребта Ерментау (высота 887 м над уровнем моря), ориентированного также. Ближе, у самого края северо-восточных склонов Казахского мелкосопочника в 100 км от МРЛ в районе Калкамана, где расположена группа не крупных озер, имеется самостоятельная область повышенной повторяемости конвекции.

Таким образом, области повышенной конвекции в июле располагаются не только над возвышенностями, но и над территориями озер. Следовательно, повышенное влагосодержание нижнего слоя атмосферы является важной характеристикой, способствующей конвекции. Горизонтальные

размеры возвышенностей и относительные превышения в июле важны. Наибольшая область повышенной конвекции располагается над горами Ерментау, существенно выделяющимися над окружающей их территорией.

Если территория, занятая озерами, располагается рядом с горным массивом или возвышенностями (озера в районе Калкамана), то эти два положительные в июле фактора складываются и конвекция над таким районом более интенсивна. В общем же можно отметить, что связь орографии и конвекции в районе Павлодара подтверждает выводы, полученные нами для района Костаная.

Для анализа суточного хода повторяемости конвекции в районе Павлодара было выделено несколько районов: юг, 180...240 км; северо-запад, 90...300 км; восток, 180...300 км; юго-запад, 180...300 км; центр, 0...60 км от МРЛ; Калкаман, юго-запад, 120 км.

Можно видеть, что выделены практически все основные районы повышенной конвекции, наблюдающиеся в 12 ч, местного времени на рис. 4. Необходимые статистические данные приведены в табл. 4. Повторяемость дана за сутки, в процентах от общего количества случаев конвекции в конкретном регионе.

В близи МРЛ (центр, 0...60 км от МРЛ) фиксируются практически все типы облачности. Это сглаживает суточный ход ее повторяемости. Соответственно, в ближней зоне отмечается простой суточный ход облачности (не только конвективной) с одним растянутым максимумом в 18 ч и минимумом в 06 ч с амплитудой более 50 % от максимума. Такой же простой суточный ход в районе Калкамана в 120 км от МРЛ с максимумом в 18 ч и растянутым минимумом в 06...09 ч.

Таблица 4

Повторяемость конвективной облачности по срокам (в % от общей за сутки) в различных районах зоны наблюдений МРЛ Павлодара.
Время местное.

Направление	Срок							
	00	03	06	09	12	15	18	21
Юг, (180...240 км)	6,2	-	2,5	16,1	13,6	31,5	18,5	11,8
Северо-запад, (90...300 км)	7,7	-	9,0	16,7	14,4	17,4	18,8	16,7
Восток, (180...300 км)	11,1	-	4,0	11,1	21,5	16,7	21,5	14,3
Центр, (0...60 км)	17,8	-	10,5	13,2	15,2	18,9	20,8	18,6
Юго-запад, (180...300 км)	10,1	-	6,7	13,1	12,8	19,5	26,0	11,8
Юго-запад, Калкаман (120 км)	14,8	-	9,3	9,3	14,8	15,8	18,6	17,6

Для всех остальных районов зоны наблюдения МРЛ в суточном ходе характерно наличие двух максимумов: основного в 18 ч и вторичного в 09 ч, которые разделены понижением повторяемости облачности в срок 12 ч. Однако на востоке, в 180...300 км от МРЛ, время первого максимума смещено на 12 ч, а на юге, в 180...240 км, время основного максимума – на 15 ч местного времени. Объяснение такому ходу конвекции с двумя максимумами дано в работах [7 и др.]. Облачность конвективного типа интенсивно развивается, начиная с утра, однако и температура нижнего слоя воздуха тоже интенсивно растет, и воздух уходит от состояния насыщения быстрее, чем развивается конвекция. Только после полудня, когда температура начинает несколько понижаться, конвекция снова активизируется. Этим объясняется, почему основной максимум по времени смещен к сроку 18 ч. и почему имеет место вторичный максимум в 09 ч на большей части зоны наблюдения МРЛ. В то же время имеет место смещение максимумов конвекции на юге в 240 км от Павлодара на более ранний срок на 3 ч и простой ход конвекции на юго-западе, в 120 км от МРЛ.

Обобщая, можно сделать следующие выводы. Наблюдается относительно плавный суточный ход общей облачности, не зависящий практически от сезона года с максимумом в 12 ч и минимумом в 00 ч местного времени. Повторяемость сроков, когда МРЛ наблюдал облачность меняется от 21 % в январе до 70 % в июле. Следовательно, общая облачность появляется, когда этому благоприятствуют макромасштабные синоптические условия. Амплитуда суточного хода в 5% – это мера влияния местных региональных условий, накладывающихся на крупномасштабные процессы, проявляясь сходным образом в разных районах Северного Казахстана.

Для территории Северного Казахстана в весеннее время характерна сильная зависимость конвекции от температуры подстилающей поверхности. При этом динамическая составляющая имеет второстепенное значение. Небольшие возвышенности, освободившиеся от снега, более эффективны, чем более высокие горы, которые в это время холоднее.

Летом повышенной повторяемости конвекции способствуют не только возвышенности, но и равнинные участки, занятые мелкими озерами. Испарение с поверхностей таких озер является важным фактором, способствующим конвекции, в условиях низкой относительной влажности нижнего слоя атмосферы, характерной для летнего периода.

Несмотря на кажущееся общее сходство физико-географических условий региона Северного Казахстана, режим конвекции достаточно раз-

личается. Над западными районами (Кустанай) годовой ход конвекции и количества облачности имеет простой суточный ход с одним максимумом около 18 ч местного времени и минимумом около 6 ч. утра. Над восточной частью (Павлодар) в суточном ходе на большей части территории наблюдается два максимума: основной около 18 ч вечера, а второй – около 9...12 ч и минимум около 6 ч утра местного времени. В восточной части Северного Казахстана осадков выпадает меньше, чем в западной, и относительная влажность воздуха тоже несколько ниже. Это и является причиной того, что здесь имеет место двойной максимум повторяемости конвективной облачности. В то же время относительно высокие температуры воздуха над всем Северным Казахстаном при относительно низкой влажности воздуха обусловили смещение максимума конвекции и гроз на вечерний срок на 18 ч местного времени.

Представляется, что полученные нами детализированные данные о пространственно-временном распределении облачности над Северным Казахстаном могут служить основой для оценки ее доступного потенциала, с целью вызывания дополнительного количества осадков. Это особенно важно в связи с наблюдающимся глобальным потеплением климата, проявляющемся, в том числе, и над Казахстаном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брылев Г.Б., Низдытминога Г.Л. Суточный ход осредненных характеристик площади и высоты радиоэха облаков и осадков по наблюдениям сетевых МРЛ в Белоруссии. В кн.: Радиолокационная метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 167 с.
2. Брылев Г.Б., Гашина С.Б., Низдытминога Г.Л. Радиолокационные характеристики облаков и осадков. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 230 с.
3. Брылев Г.Б., Низдытминога Г.Л. Использование радиолокационных данных в синоптической практике. Методическое пособие. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 74 с.
4. Вильтищев Н.Ф. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование. Сборник лекций. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 136 с.
5. Дивинская Б.Ш. Радиолокационные характеристики полей облачности. // Труды ГГО, Вып. 281, 1973, С 34 – 37.
6. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака – строение и физика образования. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 280 с.
7. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 639 с.

8. Методические указания по использованию данных МРЛ в синоптическом анализе и краткосрочном прогнозе погоды / Под ред. Г.К. Веселовой, Ю.К. Федорова. – М.: Гидрометеиздат, 1981. – 23 с.
9. Научно-прикладной справочник по климату СССР, Серия 3. Многолетние данные. Части 1 – 6 . Вып. 187. Каз. ССР. Кн 3. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 680 с.
10. Руководство по производству наблюдений и применению информации с радиолокаторов МРЛ-1 и МРЛ-2. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 334 с.
11. Синоптические процессы Средней Азии. В.А. Бугаев, В.А. Джорджио и др. –Ташкент. Изд. АН. Узб. ССР, 1957. – 478 с.
12. Чередниченко В.С. Использование информации метеорологических радиолокаторов в анализе атмосферных фронтов. – Алма-Ата: Издательство Казгидромета, 1989. – 105 с.
13. Donaldson R. Y. Radar Reflectivity Profiles in Thunderstorms // J. appl. Met., 1961, Vol. 18 – P. 292-305.

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

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

МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ РАДАР МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ БҰЛТТЫЛЫҚ ПЕН ЖАУЫН – ШАШЫННЫҢ ТАРАЛУ ДИНАМИКАСЫ

Геогр. ғылымд. канд А.В. Чередниченко

Қостанай және Павлодар метеорологиялық радарлар ақпараттары негізінде едәуір толықтырылған, Солтүстік Қазақстандағы бұлттылық пен жауын-шашынның таралу ерекшеліктері қарастырылған. Жер бедері және жыл мезгілімен байланысты бұлттылықтың да, жауын-шашынның да таралуында едәуір әркелкілік анықталған. Зерттеу нәтижелері қосымша мөлшерде жауын-шашын шақыру мақсатында бұлттылықтың қолайлы шамасын бағалауда қолданылады деп болжанады.

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

РЕЖИМ ВЕТРА В РАЙОНЕ ОСТРОВА ПЕШНОЙКанд. геогр. наук Н.И. Ивкина
А.Б. Тугелбаева

В статье рассмотрены вопросы, связанные со статистическим анализом основных ветровых характеристик в районе острова Пешной на Каспийском море. Приведены конкретные примеры расчета максимальной и средней скоростей ветра различной обеспеченности.

В последние годы широко развернулись работы по освоению природных ресурсов шельфа Каспийского моря. Это, в свою очередь, влечет за собой создание новых и реконструкцию уже существующих морских портов, причалов и строительство различного рода гидротехнических сооружений. Для объективного обоснования оптимальных затрат и обеспечения надежности таких объектов необходимы обобщенные сведения по основным характеристикам ветрового режима. Особый интерес представляют повторяемость ветра в различных направлениях и расчетные скорости ветра различной обеспеченности. Для исследования режима ветра в районе Северного Каспия были использованы данные по четырем срокам (00, 09, 12, 18 ч) морской станции Пешной за период 1980...2007 гг.

Режим направлений ветра

Как показал анализ, преобладающими ветрами в этом районе моря являются ветры восточного, юго-восточного, и юго-западного направлений, повторяемость которых составляет 14,1; 12,1 и 12,8 % соответственно (рис. 1). Повторяемость ветров других румбов примерно одинакова – от 7,7 до 10,3 %. Исключение составляют лишь южные ветры, повторяемость которых несколько меньше – 5,4 %. Повторяемость штилей составила 17,7 %.

Заметные изменения ветрового режима испытывает при переходе от сезона к сезону. В декабре преобладающими являются ветры юго-восточных направлений (10...12 %), реже наблюдаются юго-западные ветры (6,2 %). На остальные направления приходится в среднем по 7...9 %. В январе незначительно преобладают ветры восточного, юго-

восточного и южного направлений (примерно по 10 %). Чуть меньше повторяемость северо-восточного направления и ветров западной четверти. Наиболее редко фиксируются ветра северного направления (5,4 %) и периоды со штилевой погодой (6,4 %). В феврале повторяемость северо-восточного ветра увеличивается, а южного уменьшается (рис. 2).

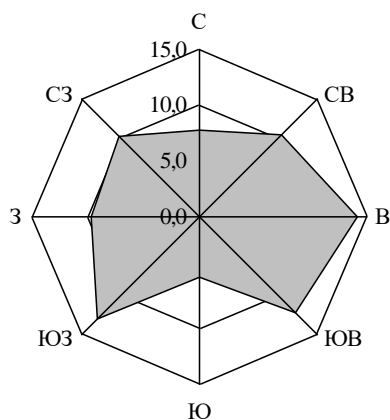


Рис. 1. Средняя многолетняя роза ветров в районе М Пешной (1980...2007 гг.), %

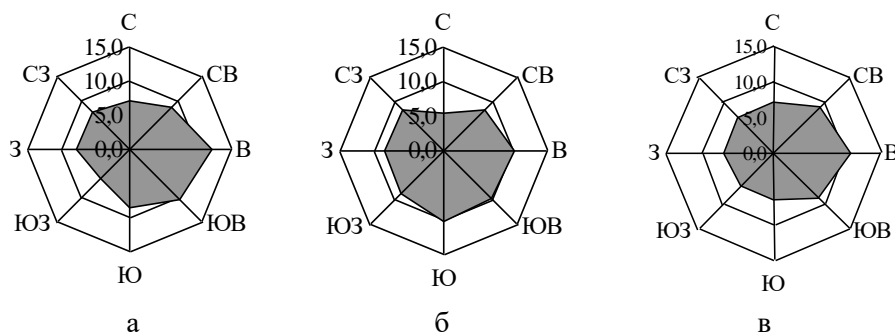


Рис. 2. Средние многолетние (1980...2007 гг.) розы ветров по М Пешной зимой. а – декабрь, б – январь, в – февраль.

Как показано на рис. 3, в марте и апреле преобладающими являются ветры восточной четверти, на их долю приходится 32,6 % в марте и 29,1 % в апреле. В эти месяцы увеличивается повторяемость южных ветров – до 10 %. В мае частота южных ветров сохраняется, уменьшается повторяемость восточных ветров (7,5 %) и увеличивается – юго-западных (10,2 %).

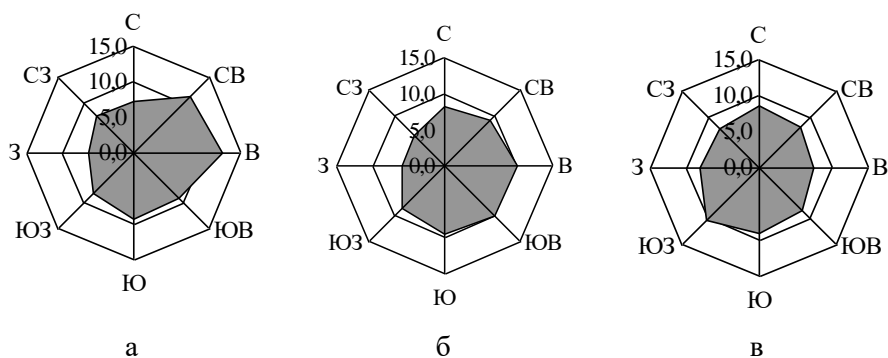


Рис. 3. Средние многолетние (1980...2008 гг.) розы ветров по М Пешной весной. а – март, б – апрель, в – май.

Летом ветровой режим формируется под влиянием западных процессов, протекающих над южными широтами Европейской территории России [4В связи с этим в данном районе моря летом (рис. 4) преобладающими становятся ветра западной четверти (32,4; 35,3 и 27,7 % в июне, июле и августе, соответственно). От 9 до 11,5 % составляют ветра северного направления, и продолжает уменьшаться частота ветров восточных направлений.

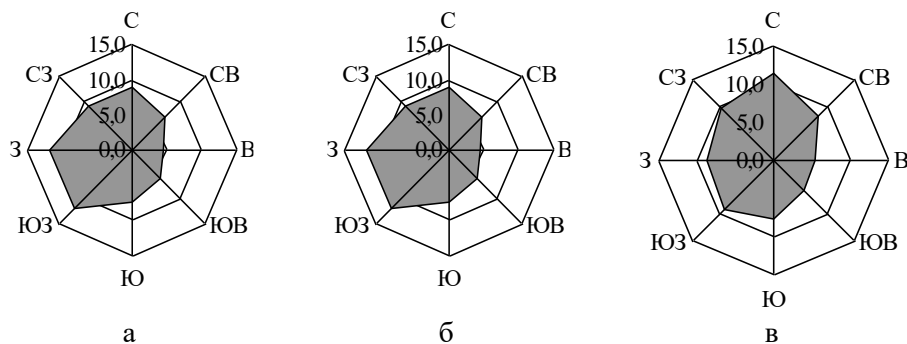


Рис. 4. Средние многолетние (1980...2007 гг.) розы ветров по М Пешной летом. а – июнь, б – июль, в – август.

Как видно на рис. 5, в осенний период увеличивается доля восточных и юго-восточных ветров (от 14,9 до 18,9 %) и уменьшается – западных и юго-западных (от 16,0 до 11,4 %), а в ноябре возрастает повторяемость северо-восточных ветров.

Таким образом, в данном районе моря, отчетливо проявляются сезонные различия в режиме направления ветров. Более наглядно это демонстрирует график годового хода повторяемости ветров, дующих как с моря на сушу (З, ЮЗ), так и с суши на море (В, ЮВ) (рис. 6).

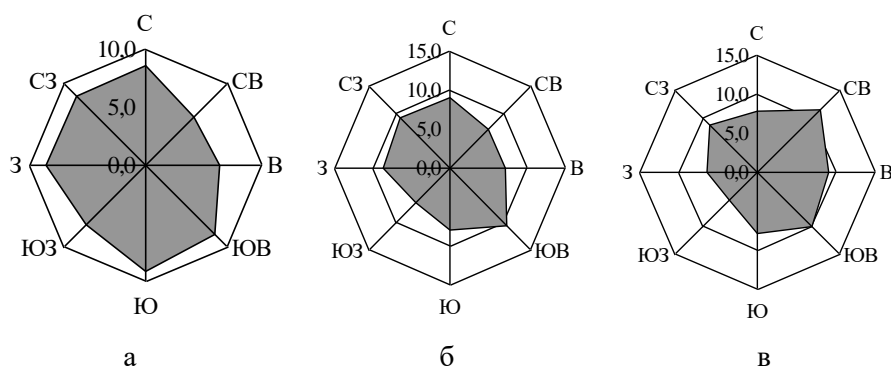


Рис. 5. Средние многолетние (1980...2007 гг.) розы ветров по М Пешной осенью. а – сентябрь, б – октябрь, в – ноябрь.

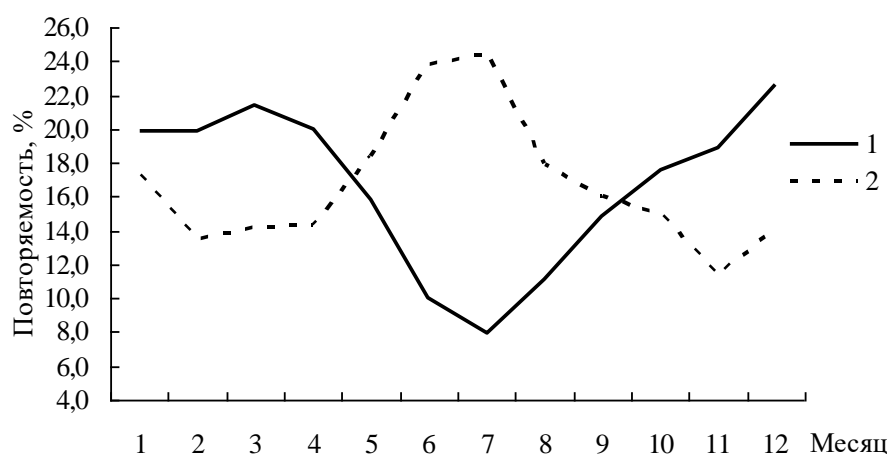


Рис. 6. Годовой ход повторяемости (%) береговых (1) и морских (2) ветров в районе М Пешной за период с 1980 по 2007 гг.

Как хорошо видно на графике, для этой части Каспийского моря характерна муссонная составляющая ветрового режима.

Режим скоростей ветра

В северной части Каспийского моря (М Пешной) средняя многолетняя скорость ветра составила 3,5 м/с, максимальная – 24 м/с. В годовом ходе средних многолетних месячных скоростей ветра можно выделить два максимума (табл. 1). Один в середине весны и второй, несколько слабее выраженный, в конце осени или начале зимы. Необходимо отметить, что в холодный период года скорости ветра выше, чем в теплый. Также можно выделить два минимума, один из которых приходится на июль – август, а

второй на январь. С.Д. Кошинский [4] объясняет такой характер годового хода средней скорости ветра изменением активности атмосферных процессов от зимы к лету.

Как сказано выше, режим скоростей ветра зависит от времени года и характера циркуляционных процессов. Немаловажную роль играет также неоднородность подстилающей поверхности рельеф окружающей местности. Существенным образом скорость ветра у поверхности земли зависит и от времени суток. Амплитуда колебаний скоростей ветра в течение суток в по М Пешной составила 4,4 м/с. а максимальный размах среднесуточных скоростей – 23 м/с за исследуемый период. Поскольку изменения скорости ветра в течение суток находятся в прямой зависимости от коэффициента турбулентного обмена [4], то в холодное полугодие, когда суточные перепады температуры воздуха сравнительно невелики, суточный ход скорости ветра выражен несколько слабее (табл. 2). Наибольших значений достигают колебания скоростей ветра в апреле-мае, а наименьших – в июле и холодный период года.

Таблица 1

Средняя многолетняя месячная и максимальная скорость ветра по М Пешной за 1980...2007 гг., м/с

Скорость ветра	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
средняя	4,0	4,3	4,3	4,4	3,6	3,1	2,6	2,6	3,0	3,3	3,5	3,7
максимальная	20	24	24	22	24	20	19	20	24	18	24	20

Таблица 2

Средняя и максимальная амплитуда колебаний скорость ветра в течение суток по М Пешной за 1980...2007 гг., м/с

Амплитуда колебаний	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
средняя	4,0	4,1	4,7	5,2	5,3	4,5	3,9	4,2	4,4	4,4	4,0	4,0
максимальная	16	19	23	21	22	17	16	20	23	16	18	18

Максимум скорости ветра, как правило, приходится на послеполуденные часы, а к ночи, с уменьшением турбулентного обмена, уменьшается и скорость ветра.

Расчетные скорости ветра различной обеспеченности

Для строительных и эксплуатационных работ наибольший интерес представляют скорости ветра различной обеспеченности (v_p). Для определе-

ния этих характеристик была использована биномиальная асимметричная кривая обеспеченности или кривая распределения Пирсона III типа [3]. Для расчета кривой обеспеченности необходимо было установить следующие параметры: v_0 – средняя величина скорости ветра за исследуемый период; C_v – коэффициент вариации; C_s – коэффициент асимметрии.

Расчеты выполнялись по максимальным и средним скоростям ветра. Параметры кривых обеспеченности, приведены в табл. 3. Поскольку коэффициенты C_s не равны $2C_v$, то для расчета модульного коэффициента заданной обеспеченности k_p использовалось уравнение биномиальной кривой распределения, проинтегрированное А. Фостером [1]. Скорость ветра заданной обеспеченности v_p определялась как произведение k_p и средней скорости ветра. Среднеквадратические ошибки параметров кривых обеспеченности вычислялись по формулам Д.Л. Соколовского, С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля. Эти ошибки находятся в допустимых пределах, поэтому вычисленные значения приняты для дальнейших расчетов эмпирических кривых обеспеченности. Как показывает анализ табл. 3, параметры кривых имеют нормальное распределение. Максимальная скорость ветра редкой повторяемости находится в пределах 29...34 м/с, а средняя – 8...9 м/с.

Таблица 3

Ординаты эмпирических кривых обеспеченности средней и максимальной скоростей ветра по М Пешной за период 1980...2007 гг.

	P, %								
	0,01	0,1	1	2	4	10	25	50	75
Максимальная скорость ветра $v_0 = 13$ м/с, $C_v = 30$, $C_s = 0,69$									
k_p	2,66	2,26	1,85	1,72	1,59	1,40	1,18	0,97	0,79
v_p	34	29	24	22	20	18	15	12	10
Средняя скорость ветра $v_0 = 3,5$ м/с, $C_v = 0,31$, $C_s = 0,55$									
k_p	2,58	2,23	1,85	1,73	1,60	1,41	1,19	0,97	0,78
v_p	9	8	6	6	6	5	4	3	3

Наиболее часто максимальные скорости ветра в году находятся в пределах 19...20 м/с, реже в пределах 10...12 м/с и > 21 м/с. Среднегодовую годовую скорость чаще находится в пределах 3...4 м/с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Вычислительный центр АН СССР, 1968. – 474 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, Вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеоиздат. – 1992. – С. 222 – 253.
3. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 460 с.
4. Кошинский С.Д. Режимные характеристики сильных ветров на морях советского союза. Часть 1. Каспийское море. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 412 с.

Казгидромет, г. Алматы

ПЕШНОЙ АРАЛЫ АЙМАҒЫНДАҒЫ ЖЕЛ РЕЖІМІ

Геогр. ғылымд. канд

Н.И. Ивкина

А.Б. Түгелбаева

Мақалада Каспий теңізіндегі Пешной аралы аймағындағы желдің негізгі сипаттамаларын статистикалық талдаумен байланысты мәселелер қарастырылады. Әртүрлі қамтамасыздықтағы желдің максималды және орташа жылдамдығын есептеудің нақты мысалдары келтірілген.

УДК 551.501: 629.195.1

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОГО АЛЬБЕДО
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ
СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Доктор техн. наук А.Ф. Мухамедгалиев
 Доктор техн. наук А.Х. Ахмеджанов
 А.Н. Искаков
 Т.К. Караданов

На основе решения обратной задачи переноса коротковолнового излучения получены алгоритмы атмосферной коррекции космических изображений и расчета спектрального альбеда земной поверхности по спутниковым измерениям.

При изучении земной поверхности с космических аппаратов полезной информацией являются регистрируемые со спутников характеристики солнечной радиации, отраженной от естественных образований на земной поверхности, или характеристики их собственного излучения [1]. Актуальной задачей является их максимальное использование для получения параметров состояния атмосферы и земной поверхности.

Учитывая различие в рассеянии прямой и рассеянной радиации, удобно разделить последние члены в уравнениях переноса излучения в атмосфере на две части – на первичное и многократное рассеяние. Окончательно уравнения примут вид:

$$\frac{dJ_{\lambda}^{\uparrow}}{dz} = -\frac{1}{\cos\theta}(\rho_{\Pi}a_{\lambda} + \rho_p\sigma_{\lambda})J_{\lambda}^{\uparrow} + \frac{\rho_p\sigma_{\lambda}}{\cos\theta}\chi_{\lambda}(\theta, \psi, \theta_{\odot}, \psi_{\odot})S_{\lambda}(\theta_{\odot}, \psi_{\odot}) + \frac{\rho_p\sigma_{\lambda}}{\cos\theta} \int_0^{2\pi} d\psi' \int_0^{\pi} \chi_{\lambda}(\theta, \psi, \theta', \psi')J_{\lambda}(\theta', \psi')d\theta', \quad (1)$$

$$\frac{dJ_{\lambda}^{\downarrow}}{dz} = \frac{1}{\cos\theta}(\rho_{\Pi}a_{\lambda} + \rho_p\sigma_{\lambda})J_{\lambda}^{\downarrow} - \frac{\rho_p\sigma_{\lambda}}{\cos\theta}\chi_{\lambda}(\theta, \psi, \theta_{\odot}, \psi_{\odot})S_{\lambda}(\theta_{\odot}, \psi_{\odot}) - \frac{\rho_p\sigma_{\lambda}}{\cos\theta} \int_0^{2\pi} d\psi' \int_0^{\pi} \chi_{\lambda}(\theta, \psi, \theta', \psi')J_{\lambda}(\theta', \psi')d\theta'. \quad (2)$$

В формуле (2) J_{λ}^{\uparrow} и J_{λ}^{\downarrow} – интенсивности отраженного и падающего излучений, ρ_{Π} , ρ_p – плотности поглощающих и рассеивающих газов в атмосфере, a_{λ} , σ_{λ} – коэффициенты поглощения и рассеяния, θ , ψ – углы зондирования со спутника и азимута, θ_{\odot} и ψ_{\odot} – угол и азимут Солнца, λ – длина волны, z – координата по высоте, S_{λ} – интенсивность прямой солнечной радиации.

Для различных конкретных задач уравнения (1) и (2) могут быть еще более упрощены. Сформулируем граничные условия. На верхней границе атмосферы нисходящая рассеянная радиация отсутствует, так как рассеяние возможно только в атмосфере. Но, как уже говорилось, в коротковолновой области спектра главную роль играет прямая солнечная радиация, которая максимальна именно за пределами атмосферы. Таким образом, при $z \rightarrow \infty$

$$J_{\lambda}^{\downarrow}(z) = \begin{cases} 0 & \text{при } \vartheta \neq \vartheta_{\odot}, \psi \neq \psi_{\odot} \\ S_{\lambda 0} & \text{при } \vartheta = \vartheta_{\odot}, \psi = \psi_{\odot} \end{cases}. \quad (3)$$

На земной поверхности восходящая радиация представляет собой нисходящую суммарную радиацию (т. е. сумму прямой и рассеянной радиации), отраженную от земной поверхности,

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(0, \vartheta, \psi) = S_{\lambda}(0, \vartheta_{\odot}, \psi_{\odot}) r_{\lambda}(\vartheta, \psi, \vartheta_{\odot}, \psi_{\odot}) \cos \vartheta_{\odot} + \int_0^{2\pi} d\psi' \int_0^{\pi/2} J_{\lambda}^{\downarrow}(0, \vartheta', \psi') r_{\lambda}(\vartheta, \psi, \vartheta', \psi') \cos \vartheta' \sin \vartheta' d\vartheta'. \quad (4)$$

Здесь $S_{\lambda}(0, \vartheta_{\odot}, \psi_{\odot})$ – прямая солнечная, а $J_{\lambda}^{\downarrow}(0, \vartheta', \psi')$ – рассеянная нисходящая радиация на уровне земной поверхности; r_{λ} – спектральный коэффициент яркости (или коэффициент направленного отражения) подстилающей поверхности. В большинстве случаев можно считать отражение изотропным. Тогда $r_{\lambda} = A_{\lambda}/\pi$ и выражение (4) значительно упрощается:

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(0, \vartheta, \psi) = \frac{A_{\lambda}}{\pi} \left[S_{\lambda}(0, \vartheta_{\odot}, \psi_{\odot}) \cos \vartheta_{\odot} + D_{\lambda}^{\downarrow}(0) \right]. \quad (5)$$

Здесь $D_{\lambda}^{\downarrow}(0) = \int_0^{2\pi} d\psi' \int_0^{\pi/2} J_{\lambda}^{\downarrow}(0, \vartheta', \psi') \cos \vartheta' \sin \vartheta' d\vartheta'$ – нисходящий

спектральный поток рассеянной радиации на уровне земной поверхности.

Сформулированные выше уравнения переноса коротковолновой радиации (1) и (2) описывают всевозможные виды радиации – прямую солнечную, рассеянную вверх и вниз, отраженную от земной поверхности.

Интегрирование этих уравнений для самого общего случая представляет чрезвычайно сложную задачу. Более того, в тех случаях, когда существенную роль играет как поглощение, так и многократное рассеяние, возникают принципиальные трудности. Уравнения переноса справедливы для строго монохроматической радиации, т.е. для спек-

тральных интервалов, значительно меньших, чем ширина спектральной линии. Для того чтобы получить интегральные потоки рассеянной радиации, необходимо проинтегрировать и по всем телесным углам и длинам волн. Однако, учитывая сложную зависимость характеристик рассеяния от угла рассеяния и от длины волны, это интегрирование можно выполнить только численно.

Изучение закономерностей рассеяния в атмосфере имеет очень большое значение для ряда прикладных задач (не связанных с тепловыми эффектами), таких, как определение дальности видимости и естественной освещенности, определение характеристик аэрозоля и облачных капель по наблюдениям рассеянного света, интерпретация спутниковых наблюдений. Алгоритм решения задачи переноса коротковолнового излучения в атмосфере представлен на рис. 1. В блоке входных данных задаются солнечные параметры $S_{\lambda 0}, \vartheta_0$ – интенсивность монохроматического солнечного излучения по длине волны λ на верхней границе земной атмосферы и угол распространения солнечных лучей, а также J_{λ}^{\uparrow} – интенсивность излучения, измеряемая на спутнике, и τ_{λ} – оптическая толщина атмосферы. Последний параметр может вычисляться по коэффициенту прозрачности, который определяется по [2].

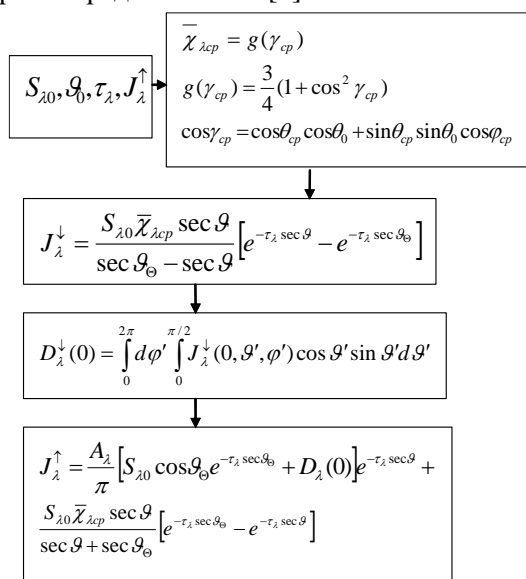


Рис. 1. Алгоритм решения задачи переноса коротковолнового излучения в атмосфере.

Спектральное альbedo участка земной поверхности можно будет вычислить из следующего выражения:

$$A_{\lambda} = \frac{\pi \left(J_{\lambda}^{\uparrow} - \frac{S_{\lambda 0} \bar{\chi}_{\lambda cp} \sec \vartheta}{\sec \vartheta + \sec \vartheta_{\theta}} \left[e^{-\tau_{\lambda} \sec \vartheta_{\theta}} - e^{-\tau_{\lambda} \sec \vartheta} \right] \right)}{\left[S_{\lambda 0} \cos \vartheta_{\theta} e^{-\tau_{\lambda} \sec \vartheta_{\theta}} + D_{\lambda}^{\downarrow}(0) \right] e^{-\tau_{\lambda} \sec \vartheta}}. \quad (6)$$

Для территории устьевой зоны реки Урал рассчитано спектральное альbedo (рис. 2) по данным спутниковых измерений, проведенных 7 апреля 2008 года. В этот период снежный покров уже сошел, а растительность еще не появилась. Согласно рис. 3 полученные значения альbedo удовлетворительно совпадают с табличными данными значений альbedo [3] для различных типов почв [4].

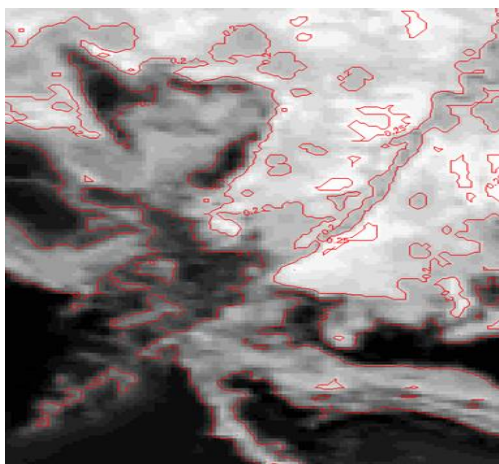


Рис. 2. Расчетные значения спектрального альbedo для устьевой зоны реки Урал.



Рис. 3. Карта почв устья р. Урал с соответствующими значения альbedo.

Применение численной космической информации дает возможности для более детальной обработки космических изображений с определением значений спектрального альбедо, что позволяет оценивать состояние земной поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Казахской ССР // М.: Гидрометеиздат, 1982. – 1 том. – 81 с.
2. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы.– Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 640 с.
3. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. – СПб.: Наука, 2003. – 474 с.
4. WAN Z. MODIS LST ATBD // Institute Computational Earth System Science, USA, Santa Barbara, 1999, 77 pp.

Институт космических исследований, г. Алматы

СПУТНИКТІК ӨЛШЕМДЕР НЕГІЗІНДЕ ЖЕР БЕТІНІҢ СПЕКТРЛІК АЛЬБЕДОСЫНЫҢ МӘНІН АНЫҚТАУ

Техн. ғылымд. док.	А.Ф. Мұхамедғалиев
Техн. ғылымд. док.	А.Х. Ахмеджанов
	А.Н. Ысқақов
	Т.К. Қараданов

Қысқа толқынды сәуленің тасымалдануының кері есебін шешу негізінде ғарыштық кескіндердің атмосфералық түзетулерінің және спутниктік өлшемдер бойынша жер бетінің спектрлік альбедосын есептеу алгоритмі алынды.

УДК 551.583.14 (574)

**ОБЩАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА КАЗАХСТАНА
ПОСЛЕ 1990 ГОДА**

Ж.К. Ахмадиева*

Канд. физ.-мат. наук П.Я. Гройсман**

В статье приводятся результаты сравнительного анализа данных срочных наблюдений о приземной температуре и относительной влажности воздуха, скорости ветра и количестве атмосферных осадков за периоды 1960...1989 и 1990...2006 гг. на территории Казахстана. Выявлено, что после 1990 года среднегодовая температура воздуха повысилась на 0,8 °С, значения относительной влажности в целом для года существенно не изменились, количество суммарных осадков повысилось на 4,1 %. Отмечено, что самые большие изменения за последние годы произошли для значений средней скорости ветра, которые снизились на 10...27 % по всей территории Казахстана.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) отмечает дальнейший рост глобальной среднегодовой температуры воздуха за прошедшее столетие. Если за период 1901..2000 годы наблюдалось повышение температуры воздуха на 0,6 °С (0,4...0,8), то откорректированный линейный тренд за 1906...2005 годы показал уже повышение температуры воздуха на 0,7 °С (0,6...0,9). Эксперты также отмечают рост атмосферных осадков до середины 50-х годов прошлого века и последующее их убывание [3]. Наиболее интенсивно процесс потепления в тропосфере наблюдался с конца 70-х годов. Для Северного полушария основные закономерности изменения средней температуры воздуха и осадков повторяют указанные для Земного шара. Эксперты прогнозируют, что и в ближайшие годы сохранится тенденция потепления глобального и регионального климата, и Казахстан определяется ими как страна, для которой обеспечение населения продовольствием может стать серьезной проблемой. Поскольку изменение климата серьезно повлияет на хозяйственную деятельность человека в самых разных областях [5].

На региональном уровне потепление проявляется весьма неоднородно. Оценка региональных климатических условий прошлых лет помо-

жет оценить серьезность текущих изменений, спрогнозировать максимально риски будущего климата и адаптироваться к его изменению. В связи с этим особое значение приобретают надежные оценки, основанные на высококачественных региональных базах климатических данных.

Ранее в Казахском научно-исследовательском институте экологии и климата проводились подобного рода работы, но они касались исследований тенденций в рядах температуры приземного воздуха и атмосферных осадков за предшествующий вековой период. В качестве исходной информации для этих исследований были использованы данные по среднемесячной температуре воздуха и месячным суммам осадков для 11 метеорологических станций Казахстана, выбранные с учетом климатологической однородности рядов [1]. В результате этих исследований выявлено, что за период 1984...2003 гг. летом и осенью в среднем по региону потепление происходило со скоростью 0,09 °C/10 лет, зимой и весной – 0,20...0,23 °C /10 лет. Годовое количество осадков в регионе практически не изменилось, лишь в северных, северо-западных и некоторых южных районах отмечался незначительный рост.

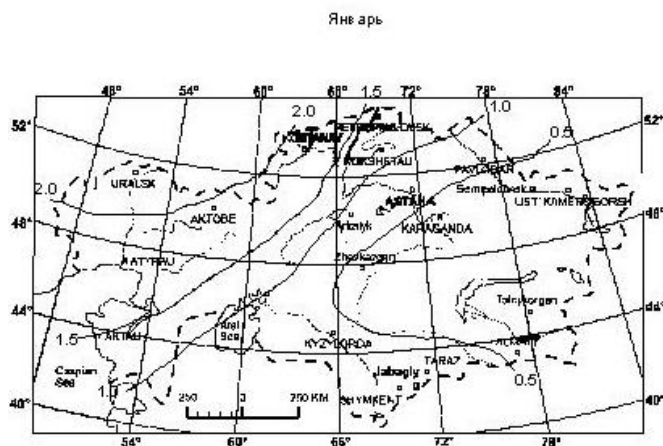
В данной работе оценка изменения климата на территории Казахстана проведена на базе данных срочных наблюдений о приземной температуре и относительной влажности воздуха, скорости ветра и количестве атмосферных осадков по сети 241 метеорологической станции, охватывающей всю территорию страны. Предварительно данные срочных наблюдений метеорологических величин были обработаны согласно стандартным правилам контроля качества и образования производных переменных (например, суточные данные были вычислены арифметическим осреднением всех срочных наблюдений в течение метеорологического дня, который начинается в 21:00 час по местному времени предыдущего дня). При обработке данных была учтена смена количества сроков наблюдений в сутки в 1966 г. Все подозрительные и сомнительные значения метеорологических величин не учитывались.

На базе осредненных метеорологических наблюдений были получены среднемесячные значения температуры воздуха, относительной влажности, скорости ветра и осадков, которые были использованы для сравнительного анализа изменения климатических условий за период 1990...2006 гг. относительно периода 1960...1989 гг.

Рассчитанные величины обобщены в картах, отражающих разность значений метеорологических элементов этих периодов (рис. 1...4). Терри-

тория Казахстана была разбита на равновеликие квадраты $4^{\circ} \times 6^{\circ}$, для которых было рассчитано среднее арифметическое значение по станциям, входящим в этот квадрат. Среднее по региону рассчитывалось как среднее из средних значений для квадратов. Сезонные средние значения метеорологических величин рассчитывались для зимы (декабрь – февраль), весны (март – май), лета (июнь – август) и осени (сентябрь – ноябрь). Для атмосферных осадков анализ был проведен дополнительно для теплого (апрель – октябрь) и холодного (ноябрь – март) периодов, как и принято в практике климатологической обработки осадков.

Температура приземного воздуха является основным индикатором происходящих изменений климата. В целом по Казахстану за период 1990...2006 гг. относительно периода 1960...1989 гг. наблюдалась тенденция к повышению средней температуры воздуха во всех сезонах года (Рис. 1). В среднем за год она увеличилась на $0,8^{\circ}\text{C}$ для всей территории республики. В годовом разрезе значения средней температуры воздуха повысились зимой и весной на $1,2$ и $0,9^{\circ}\text{C}$ соответственно, осенью и летом – на $0,6$ и $0,3^{\circ}\text{C}$ соответственно. Наибольшая температурная разность между двумя периодами отмечена в феврале, когда температура воздуха повысилась на $2,4^{\circ}\text{C}$, и наименьшая – в июле (понижилась на $0,2^{\circ}\text{C}$). Территориально температура воздуха больше всего увеличилась в Павлодарской, Восточно-Казахстанской, Мангистауской и Кызыл-Ординской областях ($0,9 \dots 1,0^{\circ}\text{C}$), меньше – в южных районах и Актыбинской области ($0,5 \dots 0,6^{\circ}\text{C}$).



Июль

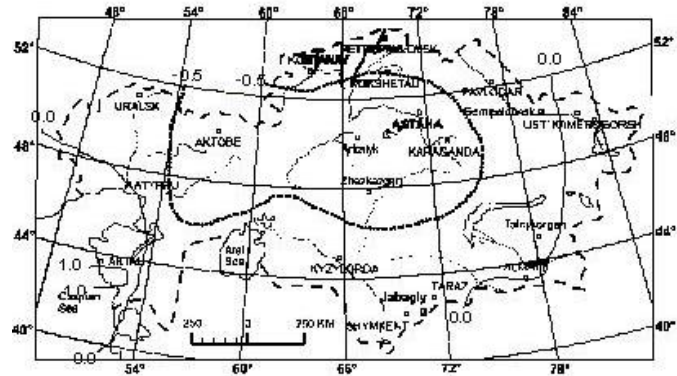
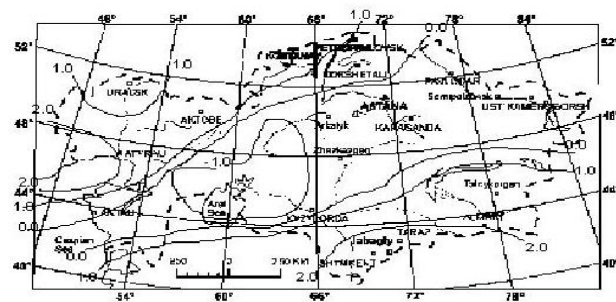


Рис. 1. Разность значений средней температуры воздуха (°C) за периоды 1960...1989 гг. и 1990...2006 гг. на территории Казахстана.

Значения относительной влажности после 1990 года изменились следующим образом: летом и зимой наблюдалось повышение значений на 1,4 и 0,1 %, в промежуточные сезоны – снижение (весной на 0,9 %, осенью – 1,2 %). В целом для года разность значений относительной влажности двух сравниваемых периодов была отрицательной и составила 0,2 %. В годовом разрезе наибольшее снижение значений относительной влажности, на 3,0 %, наблюдалось в марте. Максимально значения влажности повысились в июле, на 2,1 %. По территории республики относительная влажность максимально снизилась в Мангистауской и Кызыл-Ординской областях, на 3,6 и 2,2 % соответственно. В Атырауской и Костанайской областях, наоборот, наблюдалось наибольшее повышение, на 2,7 и 1,3 % соответственно. На остальной территории республики изменения относительной влажности были в достаточной степени равномерны и варьировали от -1,0 до +1,0 %.

Январь



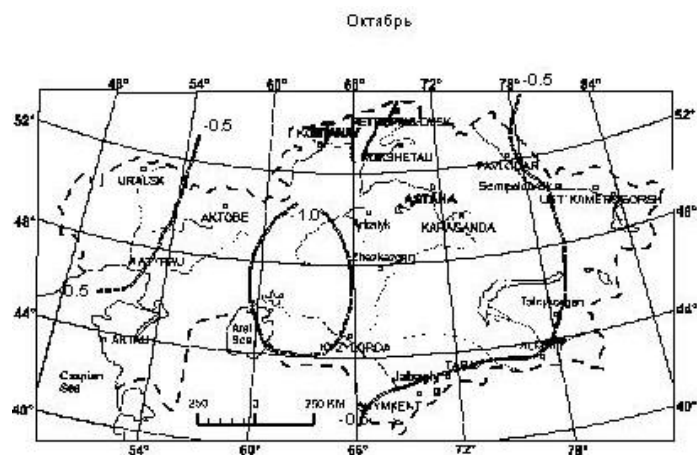


Рис. 3. Разность величин средней скорости ветра (м/с) за периоды 1960...1989 и 1990...2006 гг. на территории Казахстана.

Выявленное повсеместное снижение скорости ветра на территории Казахстана хорошо согласуется с результатами исследований Главной Геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова [2]. Российские ученые также выявили снижение скорости ветра на подавляющем большинстве метеорологических станций степной зоны России в последние годы (на некоторых станциях в два и более раз). Предполагается, что причинами такого снижения могут быть погрешности в измерении скорости ветра, изменение в последние годы защищенности метеорологических площадок, а также изменение общей циркуляции атмосферы.

Обычно наблюдения за атмосферными осадками менее надежны, чем аналогичные для других метеорологических элементов из-за трудностей инструментальных измерений и меньшей пространственной связности полей осадков. В данной работе использовались ряды атмосферных осадков, откорректированные по методике Гройсмана-Раньковой, которая учитывает погрешности измерения осадкомером Третьякова [4]. Использование такой корректировки, как считают авторы, более правильно показывает картину изменения многолетних сумм осадков во времени.

За исследуемый период на территории республики наблюдалась слабая тенденция к росту годовых сумм осадков. Она увеличилась на 4,1 %. Летом, зимой и весной суммы осадков увеличились на 17,2; 12,6 и 5,0 % соответственно, осенью – снизились на 6,0 %. Более всего количество осадков повысилось на западе (7...11 %) и севере (6...13 %) страны, менее – на юге (4...5 %) и востоке (2...7 %). В центральных районах наблюдалось снижение количества осадков на 3...14 %. Если брать холод-

ный и теплый периоды года, то более существенно осадки увеличились в холодный (на 11,8 %), менее – в теплый (на 4,0 %).

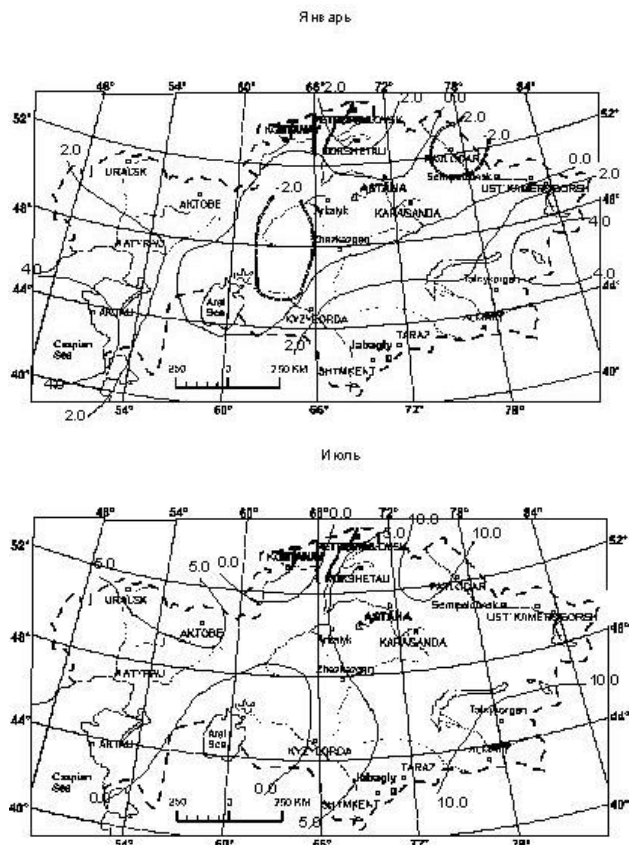


Рис. 4. Разность среднееголетних сумм атмосферных осадков (мм) за периоды 1960...1989 и 1990...2006 на территории Казахстана.

В целом, для территории Казахстана за период после 1990 года по сравнению с тремя предыдущими десятилетиями отмечается дальнейший рост температуры воздуха во всех сезонах года с максимумом зимой. Летние температуры воздуха повысились незначительно, а среднемесячная температура июля даже снизилась. Значения относительной влажности в целом для года практически не изменились, так как летом и зимой наблюдалось повышение значений относительной влажности, а в промежуточные сезоны – снижение. Соответственно максимальному снижению среднемесячной температуры воздуха в июле, значения относительной влажности в этом месяце максимально поднялись. Как указывалось выше, самые существенные изменения после 1990 года произошли со скоростью ветра во всех сезонах года. Она снизилась практически на всех станциях

на 10...27 %. Для атмосферных осадков наблюдалась тенденция к росту летом, зимой и весной и уменьшение – осенью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период. // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 4. – С. 6-24.
2. Мещерская А.В. Многолетние изменения в XX веке метеорологического режима в основной зернопроизводящей зоне СНГ: Тез. докл. / Научная конференция по результатам исследований в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды в государствах-участниках СНГ, посвященной 10-летию образования Межгосударственного совета по гидрометеорологии. – СПб.: 23-26 апреля 2002. – С. 100-102.
3. Climate Change 2007: The Physical Science Basis – Contribution of Working Group I to the IPCC Fourth Assessment Report, 2007.
4. Groisman P.Ya. and Rankova E.Ya, 2001: Precipitation trends over the Russian permafrost-free zone: removing the artifacts of pre-processing. *Internat. J. Climatol.* 21, P. 657-678.
5. Initial National Communication of the Republic of Kazakhstan under the United Nations framework Convention on Climate Change, 1998, 37 p.

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

** Национальный центр климатических данных, США

1990 ЖЫЛДАН КЕЙІНГІ ҚАЗАҚСТАНДА КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІН ЖАЛПЫ БАҒАЛАУ

Ж.К. Ахмадиева*

Физ.- мат. ғылымд. канд. П.Я. Гройсман**

Мақалада Қазақстан аумағындағы 1960...1989...және 1990...2006 жылдар кезеңіндегі жер бетілік температура және ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, желдің жылдамдығы және атмосфералық жауын-шашын жөніндегі шұғыл бақылаулар мәліметтерінің салыстырмалы талдау нәтижелері келтіріледі. Зерттеу нәтижесі бойынша 1990 жылдан кейін ауаның орташа жылдық температурасы 0,8 °C көтерілген, тұтас бір жыл үшін салыстырмалы ылғалдылықтың мәнінде елеулі өзгеріс болмаған, жауын-шышынның жалпы мөлшері 4,1 % – га көтерілген.

УДК 551.(501.81+576.11)

**ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОЭХА ОБЛАЧНОСТИ АТМОСФЕРНЫХ
ФРОНТОВ, ОСАДКОВ И ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ
НАД СЕВЕРНЫМ КАЗАХСТАНОМ**

Канд. геогр. наук А.В. Чередниченко

Для поисков связей между количеством осадков и другими метеорологическими параметрами и ситуациями использованы возможности метеорологического радиолокатора (МРЛ). Изучены связи для разных сезонов года для нескольких станций Северного Казахстана.

Известно, что МРЛ измеряет радиолокационную отражаемость на уровнях нулевой изотермы и изотермы $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (уровни 2 и 3), а также высоту верхней границы радиоэха и эти данные являются важнейшими, характеризуя состояние, стадию развития конвективного облака [1, 4, 6, 10, 12, 13]. Правда, с увеличением расстояния МРЛ несколько занижает величину радиолокационной отражаемости и такие данные принято считать эффективными только до расстояния 180 км [3, 12]. Однако данные МРЛ позволяют судить о возможности грозы или ливневых осадков по сути конкретного облака, а не осредненного. О возможности таких явлений в целом в регионе, например, в Костанайской или Павлодарской области, как это достигается на основе обычной аэрологической информации. Именно в этом большая ценность информации МРЛ, особенно в приложении к авиации, а также к энергетике и некоторым другим видам хозяйственной деятельности.

Автором были выбраны четыре метеорологические станции (М), включая Костанай, Михайловку, Рудный и Тобол, расположенных на расстоянии 40, 50 и 100 км соответственно от Костаная. Для них была собрана синхронная информация о количестве осадков и радиолокационная отражаемость на уровнях третьем и втором по данным МРЛ ($Lg Z_{3,2}$) для апреля, июля и октября. По результатам синхронных наблюдений для каждой метеостанции были построены графики зависимости количества осадков (Q) от величины радиолокационной отражаемости ($Lg Z_{3,2}$). Обычно бралась радиолокационная отражаемость на уровне 3 (изотерма $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$), но когда таких данных не было (не измерены), то бралась отражаемость на уровне 2 (нулевая изотерма). Такой подход общепринят в радиометеорологии [1, 2, 4, 6, 8, 12, 13].

На рис. 1 представлена зависимость между количеством осадков по данным метеостанций и радиолокационной отражаемостью $Lg Z_{3,2}$ по данным МРЛ для перечисленных выше станций. Рассмотрим сначала зависимости для Костаная. Связи между $Lg Z_{3,2}$ и количеством выпавших осадков параболического вида для всех сезонов. Самая левая парабола для апреля, а самая правая – для октября. Следовательно, при одном и том же значении $Lg Z_{3,2}$ в апреле выпадает минимальное количество осадков, в июле – уже заметно больше, а в октябре наибольшее количество. В июле диапазон изменения $Lg Z_{3,2}$ имеет наибольший диапазон в основном в области положительных значений, в октябре – наименьший и к тому же распространяющийся дальше, чем в другие сезоны, в область отрицательных значений. Диапазон изменения $Lg Z_{3,2}$ соответствует, таким образом, характеру облачности, наблюдаемой в каждом сезоне.

Сходные зависимости получены для Михайловки, Рудного и Тобола. Однако, чем больше расстояние от МРЛ, тем больше наклон кривых к линии количества осадков, т.е. одно и то же количество осадков выпадает при все уменьшающихся с расстоянием $Lg Z_{3,2}$. Такая закономерность обусловлена все увеличивающимся ослаблением активного сигнала, идущего от облака к МРЛ [3, 4, 5]. Величина этого ослабления представляется чрезвычайно важной характеристикой, которую следует использовать при анализе облачности, осадков и грозоопасности в зоне наблюдений МРЛ.

Чрезвычайно важно установить степень совпадения или степень близости оценок наличия явлений, по данным метеорологических станций и по данным МРЛ. Только в случае достаточной близости возможен совместный анализ данных. В таблице 1 представлены результаты сравнения данных метеостанций с данными МРЛ. При этом достоверность данных метеостанций была принята за 100 %. Можно видеть, что в Костаное МРЛ обнаруживает 96 % конвективных облаков, 90 % ливней и 97 % гроз. С удалением от МРЛ степень совпадения уменьшается и в Тоболе составляет около 80 % по всем явлениям, что все еще следует считать вполне приемлемым.

В таблице 2 тоже представлены результаты сравнения таких же явлений, но данные МРЛ приняты с достоверностью 100 %. Данные о конвективной облачности на М Костаной подтверждаются только в 82 % случаев, а грозы – в 50 % случаев. С увеличением расстояния совпадение данные МРЛ и метеостанций возрастает, достигая и превышая 90 % для Тобола, расположенного в 100 км от МРЛ.

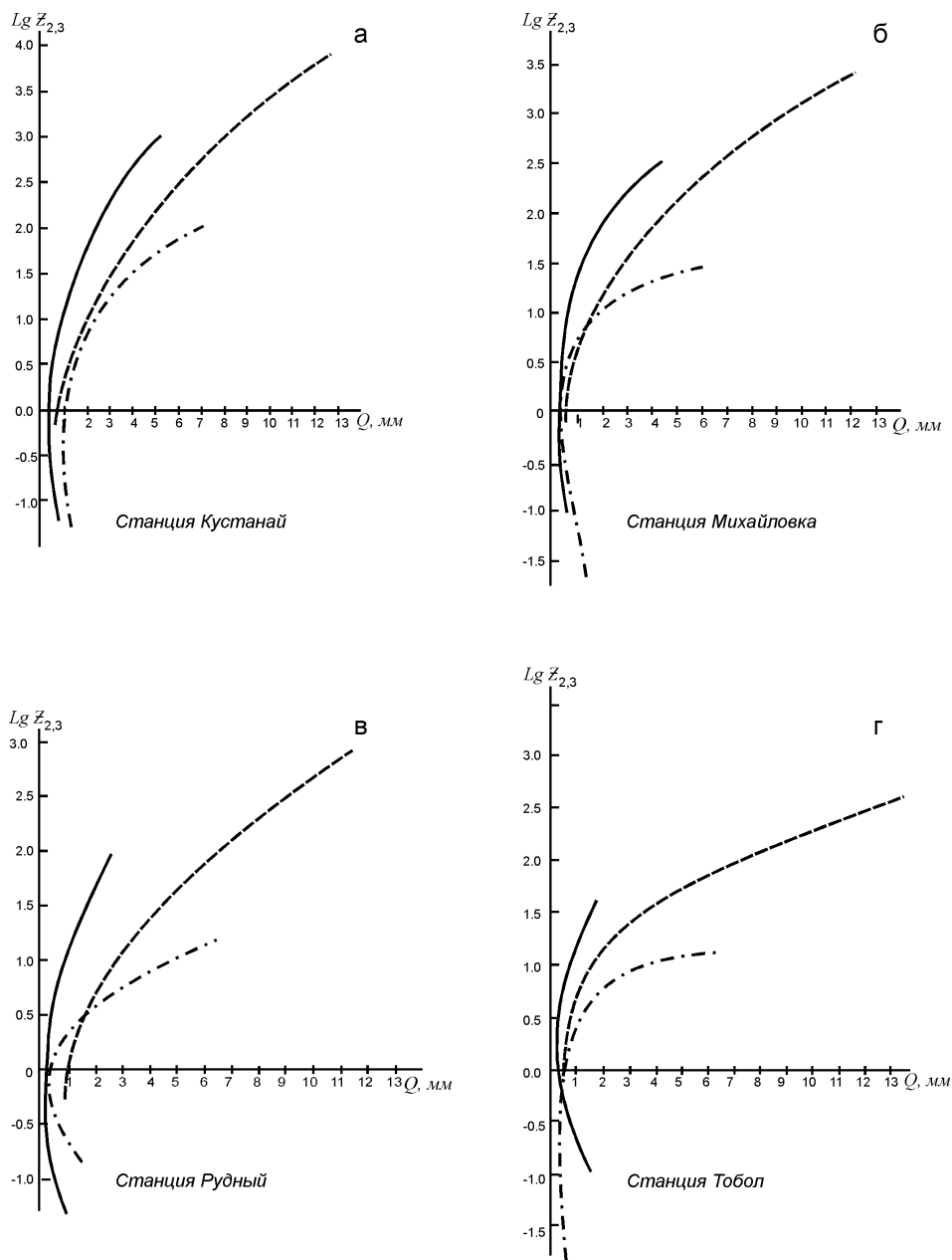


Рис. 1. График зависимости количества осадков (Q) от отражаемости ($Lg Z_{3,2}$).

———— апрель; - - - - - июль; - · - · - · октябрь

Таблица 1

Сопоставление данных метеорологических станций с данными МРЛ
(данные метеостанций приняты за 100 % достоверности)

Станция	Расстояние до метеостанции, км	Данные МРЛ		
		Q	∇	R
Костанай	0	96	90	97
Михайловка	40	88	83	89
Рудный	50	86	81	84
Тобол	100	80	72	79

Таблица 2

Сопоставление данных МРЛ с данными метеорологических станций (данные МРЛ приняты за 100 % достоверности)

Станция	Расстояние до метеостанции, км	Данные метеостанций в % совпадения		
		Q	∇	R
Костанай	0	82	88	80
Михайловка	40	86	90	84
Рудный	50	87	90	86
Тобол	100	93	95	89

МРЛ фиксирует не только явление, но и пограничные состояния, например, «грозу и грозоопасные облака» [12], в то время как наблюдатель метеостанции отмечает только сами явления: грозу, ливень и пр. Для авиации эти пограничные состояния также важны, как и сами явления. Поэтому по данным МРЛ получается несколько завышенное число явлений, по крайней мере, в ближней зоне. С расстоянием же из-за некоторого снижения возможностей МРЛ совпадение результатов сравнения возрастает. В целом же в радиусе до 180 км от МРЛ такое совпадение должно оставаться высоким, но для успешного использования информации конкретного МРЛ необходимо знать конкретные оценки совпадений, приведенных в таблицах 1 и 2.

Чрезвычайно важной характеристикой является форма радиоэха в зоне атмосферных фронтов, оцениваемая, прежде всего, как отношение длины к ширине. На важность этой характеристики указывают [4, 5, 7, 13]. Дело в том, что форма радиоэха определяется условиями на фронте: скоростью его перемещения, вынужденными вертикальными движениями в зоне фронта, влагозапасами и др. Поэтому анализ формы радиоэха по данным МРЛ позволяет косвенно оценить активность фронта, перечисленные выше характеристики, определить скорость перемещения радиоэха и на этой основе спрогнозировать ожидаемые явления и время прохождения фронта через любой пункт в зоне наблюдений МРЛ.

В таблице 3 представлены параметры радиоэха облачности в зоне атмосферных фронтов для срединных месяцев сезонов по данным наблюдений за три года. Можно видеть, что радиоэхо теплых фронтов во все сезоны года имеет длину меньшую, чем радиоэхо холодных фронтов в тот же сезон. Ширина радиоэха теплого фронта такая же или больше, чем радиоэхо холодного фронта.

Таблица 3

Пространственные характеристики радиоэха облачности в зоне атмосферных фронтов.

Месяц	Тип фронта	Параметры радиоэха	Размеры радиоэха (км)								
			0...50	51...100	101...150	151...200	201...250	251...300	301...350	351...400	
январь	Т	Д	1	3	11	8					
		Ш	13	10							
	Х	Д	2	3	6	12	9				
		Ш	20	12							
апрель	Т	Д	0	2	9	15	10	7			
		Ш	1	11	18	13	-				
	Х	Д	0	1	3	5	6	7	12	6	
		Ш	12	19	9						
июль	Т	Д	0	1	7	10	19	6			
		Ш	3	8	20	14	8				
	Х	Д	0	0	3	9	9	10	16	9	
		Ш	3	12	22	19					
октябрь	Т	Д	1	3	6	9	12	7			
		Ш	2	9	12	15					
	Х	Д	0	0	1	4	10	10	17	10	
		Ш	15	21	16						

Примечание: Т – теплый фронт; Х – холодный фронт; Д – длина радиоэха; Ш – ширина радиоэха.

Зимой радиоэхо теплого фронта имеет длину от 100 до 200 км при ширине преимущественно 50...100 км. В апреле средняя длина радиоэха теплого фронта заметно увеличивается, примерно на 50 км. Высокую повторяемость имеют длины 251...300 км, которых в январе вовсе не отмечалось. Средняя ширина радиоэха теплого фронта тоже несколько увеличивается и находится в диапазоне 100...150 км. Увеличение его длины происходит, видимо, вследствие активизации атмосферных процессов от января к апрелю. А вот увеличение ширины – показатель увеличения и влагозапасов в зоне фронта. Под этим углом и продолжим анализ.

В июле длина радиоэха теплого фронта находится в том же диапазоне, что и в апреле 50...300 км, а вот максимум смещается в более длинные градации, 201...250 км. Диапазон ширины радиоэха теплого фронта несколько увеличивается, до 201...250 км, хотя наибольшая повторяемость падает на тот же, что и в апреле диапазон 101...150 км.

В октябре диапазон измерения длины радиоэха теплого фронта такой же что и в июле, и наибольшая повторяемость приходится на тот же диапазон 201...250 км, однако диапазон ширины радиоэха уменьшается на 50 км в то время как максимум повторяемости увеличивается на один диапазон. Для октября характерно более широкое радиоэхо теплого фронта, чем в апреле, и даже максимум их длины падает на диапазон с большими значениями. Приходится констатировать, что в зоне теплых фронтов в октябре влагозапасы больше, чем в апреле. Конечно, есть еще холодные фронты, но и количество осадков в Северном Казахстане в октябре значительно больше, чем в апреле [11].

В январе длина радиоэха облачности холодного фронта наблюдается в диапазоне 50...250 км, с максимумом на 151...200 км. Это наименьший диапазон из всех сезонов, но в то же время он больше, чем для теплого фронта. Диапазон изменения ширины радиоэха такой же, как и для теплого фронта, но его значения заметнее группируются в интервале 0...50 км, т.е. радиоэхо облачности холодного фронта не только в среднем длиннее, но и уже, чем теплого.

В апреле ситуация аналогичная. Диапазон наблюдаемый длины радиоэха холодного фронта от 51 до 400 км с максимумом в интервале 300...350 км, ширина – в диапазоне от 0 до 150 км с максимумом в интервале 51...100 км. Радиоэхо холодного фронта в апреле, таким, образом, характеризуется значительной длиной и наибольшей шириной, это радиоэхо активных холодных фронтов.

В июле (табл. 3) длина радиоэха холодного фронта находится в пределах от 101 до 400 км, с наибольшей повторяемостью в интервале 301...350 км, но повторяемость больших длин радиоэхо в июле больше, чем в апреле. Диапазон, в котором наблюдается ширина радиоэха, увеличивается до 200 км с максимумом в том же интервале 101...150 км, но наиболее высокой повторяемостью в диапазоне 151...200 км. Радиоэхо длиной 100 км и менее не наблюдается вообще. Диапазон радиоэха в июле, таким образом, самый большой в годовом ходе. Максимум количе-

ства осадков в годовом ходе тоже отмечается в июле, что согласуется с динамикой ширины радиоэха.

В октябре длина радиоэха холодного фронта наблюдается в том же диапазоне, что и в июле с некоторым смещением повторяемости в сторону интервалов с большими значениями.

Как и в июле, максимум повторяемости приходится на интервал 301...350 км. Ширина радиоэха, однако, отличается в меньшем диапазоне: от 0 до 150 км с максимумом в интервале 51...100 км.

Сравнивая параметры радиоэха в апреле и октябре, следует согласиться, что они сходны. Однако число холодных фронтов в октябре примерно на 20 % больше, чем в апреле. Следовательно, большее количество осадков в октябре по сравнению с апрелем определяется большим числом осадков из облачности теплого фронта, а также большей повторяемостью холодных фронтов.

Максимум в годовом ходе осадков в июле хорошо согласуется с параметрами облачности теплых и холодных фронтов в этом месяце и их самой высокой в годовом ходе повторяемостью.

Проанализированные выше данные о параметрах радиоэха являются осредненными. Поэтому нами были вычислены и систематизированы данные об отношении длины к ширине радиоэха теплых и холодных фронтов одновременно с величиной критерия «У» для этого же радиоэха. Как известно, критерий «У» – это комплексная оценка грозоопасности, на основе высоты верхней границы радиоэха и радиолокационной отражаемости на уровне изотермы минус 22°C, а иногда на уровне изотермы 0 °C [12]. Результаты анализа для срединных месяцев сезонов представлены на рис. 2.

Во все сезоны кривая связи между соотношением длины к ширине с одной стороны и критерия «У» с другой для теплого фронта находится левее кривой для холодного фронта. Следовательно, для теплого фронта одно и то же значение критерия «У» достигается при меньших значениях отношения «длина/ширина», чем для холодного. Чем больше величина «У», тем больше разница отношения «длина/ширина» для теплого и холодного фронтов.

В январе отношение «длина/ширина» радиоэха находится в пределах 1,2...2,5 для холодных фронтов и 1,2...2,0 – для теплых фронтов. Максимальные вычисленные значения «У» не превышает в этом месяце 17, что естественно, поскольку облаков конвективного происхождения в январе не было зафиксировано.

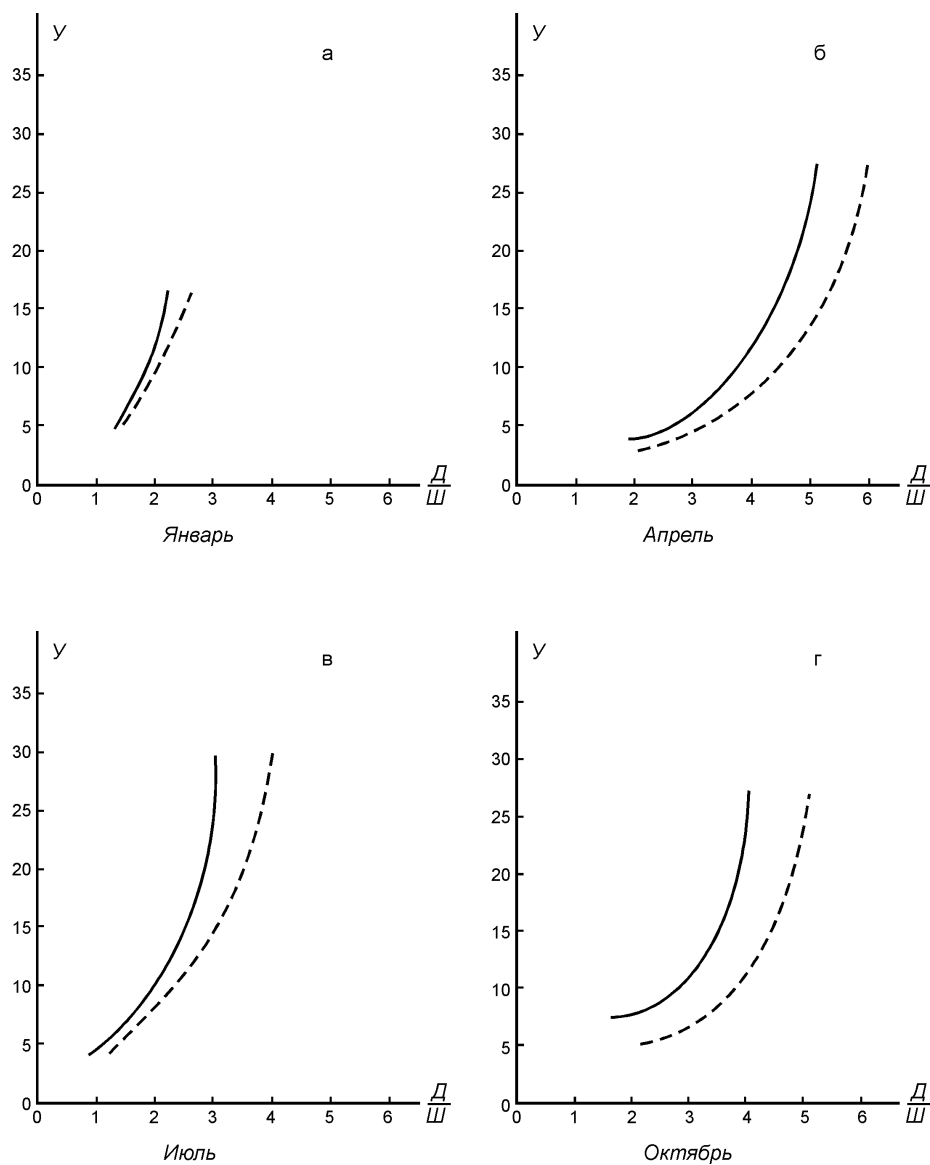


Рис. 2. График зависимости величины критерия грозоопасности (Y) от отношения длины радиоэха к его ширине $\left(\frac{D}{Ш}\right)$.

————— Теплый фронт - - - - - Холодный фронт

В апреле отношение «длина/ширина» радиоэха увеличивается до 4,5 для теплых и до 5,5 для холодных фронтов. Часть радиоэха холодных фронтов, таким образом, соответствует понятию «полоса», для которого данное соотношение составляет 5 и более [2, 4, 5, 9, 12]. Именно с «поло-

сой» чаще всего связывают наиболее активные грозы и град. Радиоэхотеплых фронтов вида «полосы», как видно на рис. 2, не принимает.

Значения критерия «У» увеличиваются до 28, в то время как для надежной идентификации грозы достаточно 25 [4, 12]. Различия зависимостей для теплого и холодного фронтов увеличиваются и с увеличением отношения «длина/ширина» и с увеличением критерия «У». Примерно на уровне $У = 25$ разница между кривыми для теплого и холодного фронтов достигает в соотношении «длина/ширина» около 1.

В июле соотношение «длина/ширина» для радиоэха и теплых и холодных фронтов заметно уменьшается. Для холодного фронта она не превышает 4, а для теплого – 3. Диапазон величины критерия «У» в то же время несколько увеличивается по сравнению с апрелем (до 30). Максимум осадков в июле, следовательно, формируется на фоне снижения активности общей циркуляции за счет активизации конвективных процессов и ливневых осадков.

В октябре диапазон отношения «длина/ширина» для радиоэха холодных фронтов увеличивается до 5 и только немного уступает апрельскому. Для теплых фронтов это соотношение увеличивается до 3,8. Различие в ходе соотношения «длина/ширина» к критерию «У» в октябре наибольшее в годовом ходе и несколько превышает 1,0. Диапазон изменения «У» в октябре несколько сокращается до 26...28, что обусловлено общим понижением температуры воздуха.

Полученные связи характеристик радиоэха с количеством осадков по данным метеостанций, с опасными явлениями, характеристики радиоэха атмосферных фронтов кроме научного интереса могут быть использованы при решении целого ряда практических задач, включая разработку методов прогноза соответствующих явлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брылев Г.Б. Диагноз и прогноз конвективных осадков по данным МРЛ и ИСЗ. // Труды ГГО. – 1973. – Вып. 261. – С. 50–60.
2. Брылев Г.Б. Использование радиолокационных данных в синоптической практике. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 250 с.
3. Брылев Г.Б. О предельной дальности обнаружения ливневых осадков МРЛ. // Труды ГГО. – 1964. – Вып. 234. – С. 16–28.
4. Брылев Г.Б., Гашина С.Б., Низдойминова Г.Л. Радиолокационные характеристики облаков и осадков. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 230 с.

5. Брылев Г.Б., Низдойминова Г.Л. Об определении положения фронта по данным МРЛ. // Труды ГГО. – 1974. – Вып. 327. – С. 31–33.
6. Брылев Г.Б., Сальман Е.М. О возможном способе ежедневной корректировки радиолокационного критерия грозоопасности. // Труды ГГО. – 1973. – Вып. 301. – С. 12–20.
7. Вельтишев Н.Ф. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование. / Сборник лекций. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 136 с.
8. Дивинская Б.Ш. Радиолокационные характеристики полей облачности // Труды ГГО. – Вып. 281. – 1973. – С. 34–37.
9. Методические указания по использованию радиолокационных данных в синоптическом анализе и краткосрочных прогнозах погоды. – М.: Гидрометеиздат, 1981. – Вып. 213. – С. 3 – 10
10. Минакова Н.Е. Радиолокационные характеристики и их связь с параметрами конвекции. // Труды ГГО. – 1972. – Вып. 114. – С. 18–25.
11. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Часть 1-6. Вып. 18. КазССР. Кн. 3. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 680 с.
12. Руководство по производству наблюдений и применению информации с радиолокаторов МРЛ-1 и МРЛ-2. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 334 с.
13. Donaldson R. J Radar reflectivity profiles in thunderstorms // Y. appl. Met., 1961. Vol. 18, P.P. 292 – 305.

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

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

**СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ҮСТІ АТМОСФЕРАЛЫҚ ШЕПТЕРІНІҢ,
БҰЛТТЫЛЫҚТЫҢ, ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ЖӘНЕ ҚАУШПІ
ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ РАДИОЖАҢҒЫРЫҚТАРЫНЫҢ
СИПАТТАМАСЫ**

Геогр. ғылымд. канд А.В. Чередниченко

Жауын-шашын мөлшері мен басқа да метеорологиялық көрсеткіштердің және жағдайлардың арасындағы байланысты іздеу үшін метеорологиялық радиолокаторлар мүмкіндігі пайдаланылды. Солтүстік Қазақстанның бірнеше бекеттері үшін жылдың әртүрлі маусымдарына арналған байланыстар зерделенді.

УДК 556.16

**РАСЧЕТ НОРМЫ ГОДОВОГО СТОКА РЕК ПРАВОБЕРЕЖЬЯ
БАССЕЙНА ЖАЙЫК В ПРЕДЕЛАХ ГРАНИЦ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Доктор геогр. наук С.К. Давлетгалиев

*Представлены результаты расчета характеристик нормы годового стока, вычисленных с учетом его восстановленных величин.**Произведена оценка точности расчета параметров годового стока.*

Основные реки правобережья бассейна Жайык (Урала) – Чаган, Деркул, Ембулатовка, Рубежка и реки Западной части Общего Сырта, стекающие на юг – Чижа 1-я, Чижа 2-я, Ащиозек, Большой и Малый Узень (последние две в пределах Казахстана получили название соответственно Караозен и Сарыозен), которые заканчиваются в Прикаспийской низменности, образуя разливы, системы озер и островов. Характеристики годового стока этих рек изучены в 70-е годы прошлого века [4]. Эти материалы нуждаются в уточнении с учетом данных наблюдений после 1965 г. и влияния возможных изменений климата, а так же хозяйственной деятельности в бассейне. Даже с учетом данных наблюдений последних 30...35 лет фактический ряд недостаточен для оценки параметров стока с требуемой точностью [3, 6], поэтому характеристики стока необходимо привести к многолетнему периоду.

В данной работе восстановление рядов годового стока произведено методом аналогии с использованием уравнения регрессии. Реки-аналоги выбраны в соответствии с требованиями [3, 6], принимая в отдельных случаях $R_{кр} = 0,60$.

Сток рек Караозен и Сарыозен формируется в Саратовской области. Сток этих рек зарегулирован. Большая часть весеннего стока задерживается различными прудами, образованными глухими плотинами. Восстановить естественный сток этих рек на территории Казахстана не представляется возможным. Данные стока этих рек в «Ресурсах поверхностных вод» [4] использовались для расчета годового стока многих рек Жайык-Жембинского (Урало-Эмбинского) района. В настоящее время возможность использования этих рек в качестве опорных для восстановления годового стока оказалось затруднительным. Включение в расчетную зави-

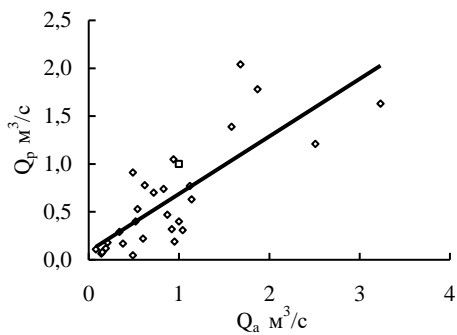
симось данных последних периодов наблюдений часто приводит к существенному снижению тесноты зависимости, не отвечающей требованиям [6]. Зависимость ($R \geq 0,60$) для восстановления годового стока установлен лишь для отдельных периодов.

На р. Караозен в пределах Казахстана действовало два гидропоста у с. Русская Таловка и с. Фурманово. Пост у первого пункта закрыт в 1980 г, второго – в 1994 г. В 2001 г. пост у с. Фурманово, по-видимому, восстановлен под названием с. Жалпактал.

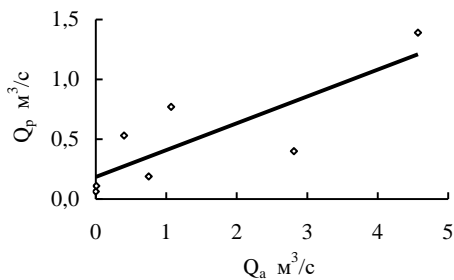
Годовой сток р. Караозен – с. Русская Таловка за 1941, 48, 50, 51...52, 70, 77...79 гг. восстановлен по данным стока выше расположенного поста г. Новоузенск ($R = 0,96$) за 1940, 1942...1944, 1946...1947 – по аналогу р. М. Узень – с. Малый Узень ($R = 0,89$, $n = 19$). За 1945, 1958, 1981...2004 гг. – р. Жайык – с. Кушум ($R = 0,68$, $n = 22$). Сток этой реки у с. Фурманово рассчитан по аналогу р. Жайык – с. Кушум ($R = 0,68$, $n = 8$). Корреляционная зависимость установлена без учета данных 2001...2002, 2004 гг. (с. Жалпактал). Связь неустойчивая, это видно из того, что при исключении из совместного периода наблюдений стока за 1994 г. величина коэффициента корреляции возрастает до 0,76. Надежной связи между годовыми значениями стока у пунктов Фурманово и Новоузенск не выявлено.

На р. Деркул в разные годы функционировало 4 гидропоста: у пунктов с. Каменка, с. Зеленое, п. Плошкино и п. Ростошский. Кратковременные измерения расходов воды производилась лишь у п. Зеленое ($n = 3$), в остальных пунктах продолжительность рядов наблюдений составляет больше 15...25 лет, причем в рядах наблюдений имели место большие перерывы. Сток р. Деркул – с. Каменка восстановлен поэтапно по трем аналогам – р. М. Узень – с. М. Узень ($R = 0,82$, 1965...1971 гг.), р. Чижа 2-я ($R = 0,77$) и р. Б. Узень – г. Новоузенск ($R = 0,60$, 1965...1979, 1981...1991, 1994, 1996, 1997 гг.), у п. Плошкино по аналогу – р. Жайык (Урал) – с. Кушум ($R = 0,71$), у п. Ростошский – по 4 аналогам – рр. Чижа 2-я ($R = 0,90$), М. Узень ($R = 0,70$), Урал – с. Кизильское ($R = 0,81$), Б. Узень ($R = 0,79$) (рисунок).

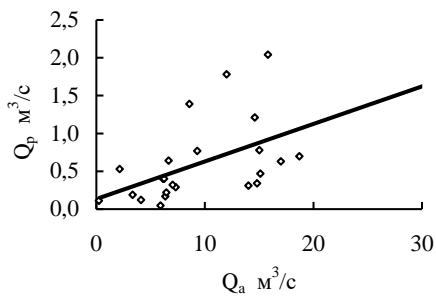
Для расчета годового стока р. Чижа 2-я – с. Чижа 2-я использовано несколько аналогов. Это связано трудностью выбора аналога, имеющего непрерывный ряд наблюдений за расчетный период. За 1940, 1942...1944, 1946...1953, 1956 годы сток восстановлен по данным аналога р. М. Узень ($R = 0,68$), за 1945, 1987, 1991...1992 гг. – р. Деркул – п. Ростошский ($R = 0,90$), за 1941, 1948...1953, 1998...1999 гг. – р. Б. Узень ($R = 0,69$) (рисунок).



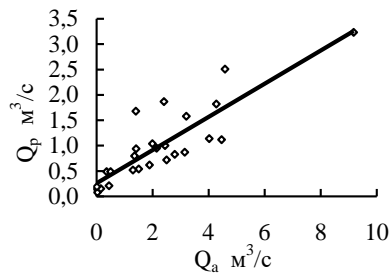
a



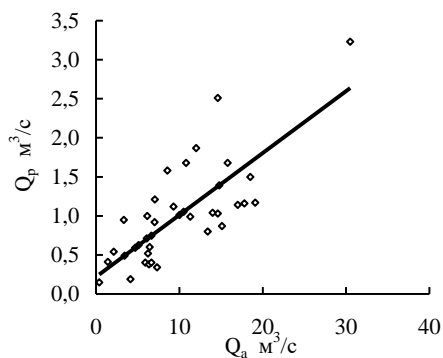
b



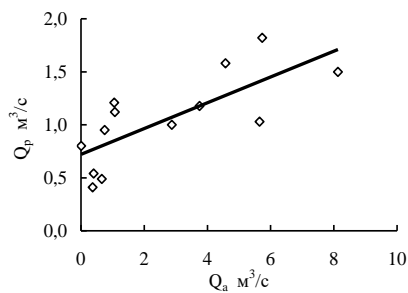
c



d



e



f

Рис. Графики связи между среднегодовыми величинами расходов воды. а – в расчётном пункте р. Деркул – с. Каменка (Q_p) и пункте-аналоге р. Чижа 2-я (Q_a); б – в расчётном пункте р. Деркул – с. Каменка (Q_p) и пункте-аналоге р. М. Узень – с. М. Узень (Q_a); в – в расчётном пункте р. Деркул – с. Каменка (Q_p) и пункте-аналоге р. Б. Узень – г. Новоузенск (Q_a); д – в расчётном пункте р. Чижа 2-я (Q_p) и пункте-аналоге р. Деркул – п. Ростойский (Q_a); е – в расчётном пункте р. Чижа 2-я (Q_p) и пункте-аналоге р. Б. Узень – г. Новоузенск (Q_a); ф – в расчётном пункте р. Чижа 2-я (Q_p) и пункте-аналоге р. М. Узень – с. М. Узень (Q_a).

Бассейн реки Чижа 1-я – с. Чижа 1-я расположен недалеко от бассейна р. Чижа 2-я. Однако связь между расходами воды этих рек отсутствует ($R = 0,21$). Выше поста р. Чижа 1-я имеется канал, часть стока весеннего половодья по этому каналу поступает в реку ниже гидропоста, поэтому можно предположить, что у с. Чижа 1-я фиксируется заниженный сток, кроме того, у п. Амангельды, расположенного также выше поста, сток забирается для полива огородов. Видимо, этим объясняется трудность подбора аналога для этой реки. Более подходящим аналогом для восстановления годового стока р. Чижа 1-я оказалась р. Жайык – с. Кушум, имеющая длинный ряд наблюдений. При этом коррелятивная связь ($R = 0,70$), отвечающая требованиям [6], выявлена для периода наблюдений с 1948 по 1971 гг. ($n = 14$). Установление связи с учетом данных всех совместных лет наблюдений приводит к существенному снижению ее тесноты до $R = 0,50$. Аналогичная картина наблюдается при принятии в качестве аналога р. Сакмары – с. Каргала (с. Сакмара).

Способы расчета годового стока рек Караозен – ур. Дунке, Сарьюзен – свх. Бостандык, Рубежка и Деркул – с. Зеленое рассмотрены в [1].

Сток реки Чаган формируется на территории России. Основным гидропостом, действующим на территории Казахстана является п. Каменный. Наблюдения за режимом стока в этом пункте ведутся с 1932 г. с перерывами. Продолжительные пропуски в наблюдениях имели место в 1942...1951 гг., расходы воды не измерены также в 1984, 1993 и 1999 гг. Годовой сток реки у п. Каменный за отсутствующие годы восстановлен по аналогу р. Жайык – с. Кушум ($R = 0,71$). Информация о годовом стоке р. Чаган у нижнего поста п. Новенький имеется лишь за 1936...1940, 1947 гг. ($n = 6$ лет). Сток у этого пункта определен также по аналогу р. Жайык – с. Кушум ($R = 0,99$). Материалы о годовом стоке р. Ембулатовка также имеются за 6 лет 1938...1940, 1956...1958 гг. Сток этой реки вычислен по аналогу р. Жайык – с. Кушум ($R = 0,67$).

При приведении рядов наблюдений к многолетнему периоду в качестве расчетного периода выбран 1940...2004 гг. Характеристики среднего стока определены в трех вариантах: по данным фактических наблюдений, за многолетний период 1940...2004 гг. и за последний тридцатилетний период с 1974 по 2004 гг. (табл. 1).

Сравнение величин среднего стока, приведенных в [4], со средними, вычисленными с учетом наблюдений после 1967 г., показывает наличие существенных различий в трех случаях. Средний сток р. Караозен –

с. Русская Таловка и р. Деркул – п. Ростошский получился в два раза меньше, чем ранее определенные значения, сток р. Деркул у с. Каменка, наоборот в 2 раза больше. В остальных случаях существенные расхождения между величинами стока не обнаружены.

Сопоставление средних расходов воды многолетнего периода 1940...2004 гг., со средними, полученными в [4], показывают отсутствие существенных различий между их суммарными значениями. Однако на отдельных реках и пунктах различие между нормами стока значительное как в сторону занижения, так и в сторону завышения. Так, на реках Караозен – с. Русская Таловка, Деркул – п. Ростошский сток занижен на 30 %, наоборот, на реках Ембулатовка, Чаган – с. Новенькое он завышен примерно на столько же.

В данных табл. 1 нетрудно заметить уменьшение нормы стока последнего тридцатилетнего периода по сравнению с нормой многолетнего периода 1940...2004 гг. Такое положение наблюдается по всем рекам и пунктам за исключением нормы р. Чижа 2-я. Наибольшее уменьшение стока выявлено на р. Караозен – с. Фурманово, р. Чаган – с. Каменное, р. Деркул – с. Каменка, наименьшее на реках Караозен – с. Русская Таловка, Чаган – с. Новенькое, Деркул – п. Ростошский. Уменьшение стока в среднем для рассматриваемого района составляет около 10 %. Результаты расчетов следует считать, приближенными, в особенности на тех реках и пунктах, где расходы последнего периода 1974...2004 гг. получены не полностью по фактическим данным, а в большинстве случаев на основе восстановленных рядов.

Сказанное выше в определенной мере подтверждается данными табл. 2. В этой таблице сопоставлены нормы и коэффициенты вариации двух периодов 1940...1973 и 1974...2004 гг. Уменьшение нормы стока в среднем составляет около 15 %, а уменьшение коэффициента вариации – 11,7 %. Наибольшее уменьшение среднего стока наблюдается на р. Деркул – п. Ростошский 37,7 %, а коэффициента вариации на р. Караозен – 32,0 %. Такое большое изменение параметров годового стока этих рек по видимому вызвано влиянием хозяйственной деятельности в бассейне.

Произведена оценка точности параметров годового стока наблюдаемых и приведенных к многолетнему периоду рядов (табл. 3).

Таблица 1

Характеристики нормы годового стока

Река – пункт	Площадь водосбора, F, км ²	Период наблюдений за годовым стоком	Параметры годового стока								
			среднее за период наблюдений			среднее за многолетний период 1940...2004 гг.			среднее за период 1974...2004 гг.		
			Q_i , м ³ /с	M_0 , л/с·км ²	h , мм	Q_i , м ³ /с	M_0 , л/с·км ²	h , мм	Q_i , м ³ /с	M_0 , л/с·км ²	h , мм
Караозен – с. Русская Таловка	10700	1951...1952, 1955...1956, 1967...1969, 1971...1976, 1980	$\frac{5,54}{11,8}$	$\frac{0,52}{1,10}$	$\frac{16}{35}$	$\frac{7,62}{10,8}$	$\frac{0,71}{1,01}$	$\frac{22}{32}$	7,54	0,70	22
Караозен – с. Фурманово	13200	1983...1987, 1990...1991, 1994	6,25	0,47	15	9,02	0,68	21	7,17	0,54	17
Чижа 2-я – с. Чижа 2-я	$\frac{493}{(509)}$	1954...1955, 1957...1986, 1988...1990, 1993...1997, 2000...2004	$\frac{0,97}{0,89}$	$\frac{1,90}{1,75}$	$\frac{60}{55}$	$\frac{0,96}{0,83}$	$\frac{1,89}{1,63}$	$\frac{55}{51}$	1,07	2,10	66
Чижа 1-я – с. Чижа 1-я	$\frac{484}{(456)}$	1958...1988, 1990...1993, 1996...1997, 2002	$\frac{0,82}{0,73}$	$\frac{1,80}{1,60}$	$\frac{57}{50}$	$\frac{0,76}{0,66}$	$\frac{1,67}{1,45}$	$\frac{53}{46}$	0,68	1,49	47
Ембулатовка – с. Красноармейск	846	1939...1941, 1956...1958	$\frac{3,53}{3,53}$	$\frac{4,17}{4,17}$	$\frac{132}{132}$	$\frac{2,80}{1,86}$	$\frac{3,30}{2,20}$	$\frac{104}{69}$	2,42	2,86	90
Чаган – п. Каменный	4000	1932...1935, 1937, 1940...1941, 1952...1983, 1985...1992, 1994...1998, 2000...2004	$\frac{7,09}{7,22}$	$\frac{1,77}{1,80}$	$\frac{56}{57}$	$\frac{7,72}{8,80}$	$\frac{1,93}{2,20}$	$\frac{61}{69}$	6,40	1,60	50
Чаган – п. Новенький	4970	1936...1940, 1947	$\frac{7,73}{7,73}$	$\frac{1,56}{1,56}$	$\frac{49}{49}$	$\frac{12,4}{9,94}$	$\frac{2,49}{2,00}$	$\frac{78}{63}$	11,3	2,27	72
Деркул – с. Каменка	392	1965...1991, 1994, 1996...1997	$\frac{0,67}{0,36}$	$\frac{1,71}{0,92}$	$\frac{54}{29}$	$\frac{0,82}{0,80}$	$\frac{2,09}{2,04}$	$\frac{66}{64}$	0,70	1,78	56
Деркул – с. Плошкино	1160	1936...1942, 1944, 1947...1948, 1952...1957	$\frac{2,07}{2,11}$	$\frac{1,72}{1,82}$	$\frac{54}{57}$	$\frac{1,93}{2,03}$	$\frac{1,66}{1,75}$	$\frac{52}{55}$	1,90	1,63	51
Деркул – п. Ростовский	1820	1964...1978, 1980...1983, 1985...1988, 1990...1992, 1997	$\frac{1,37}{3,06}$	$\frac{0,75}{1,68}$	$\frac{24}{53}$	$\frac{1,81}{2,82}$	$\frac{0,99}{1,55}$	$\frac{31}{49}$	1,67	0,92	29

Примечание: В знаменателе приведены данные, полученные в [4]

Таблица 3

Оценка точности параметров годового стока

Река – пункт	Число наблюдений	За период наблюдений				За многолетний период 1940...2004 гг.			
		\bar{Q} , м ³ /с	C_v	$\frac{\sigma_Q}{\sigma_{Q\%}}$	$\frac{\sigma_{C_v}}{\sigma_{C_v\%}}$	\bar{Q} , м ³ /с	C_v	$\frac{\sigma_Q}{\sigma_{Q\%}}$	$\frac{\sigma_{C_v}}{\sigma_{C_v\%}}$
Караозен – с. Русская Таловка	24	5,54	1,14	$\frac{1,79}{30,0}$	$\frac{0,25}{21,3}$	7,62	0,86	$\frac{1,29}{1,69}$	$\frac{0,21}{24,4}$
Караозен – с. Фурманово (Жалпактал)	8	6,25	0,88	$\frac{2,51}{40,1}$	$\frac{0,24}{27,3}$	4,98	1,19	$\frac{2,39}{23,4}$	$\frac{0,18}{24,0}$
Чижа 1-я – с. Чижа 1-я	38	0,82	0,95	$\frac{0,16}{19,5}$	$\frac{0,16}{16,8}$	0,76	0,76	$\frac{0,15}{19,7}$	$\frac{0,15}{19,7}$
Чижа 2-я – с. Чижа 2-я	45	0,97	0,73	$\frac{0,15}{15,4}$	$\frac{0,10}{14,7}$	0,96	0,72	$\frac{0,12}{12,5}$	$\frac{0,09}{12,5}$
Ембулатовка – с. Красноармейск	6	3,53	1,32	$\frac{2,45}{69,4}$	$\frac{0,35}{26,5}$	2,80	0,90	$\frac{1,89}{67,5}$	$\frac{0,32}{35,6}$
Чаган – п. Каменный	57	7,09	0,63	$\frac{0,76}{10,7}$	$\frac{0,07}{11,1}$	7,72	0,66	$\frac{0,74}{9,58}$	$\frac{0,07}{10,6}$
Чаган – п. Новенький	6	7,74	1,40	$\frac{5,71}{7,37}$	$\frac{0,36}{25,7}$	12,4	0,60	$\frac{1,90}{15,3}$	$\frac{0,13}{21,7}$
Деркул – с. Каменка	30	0,64	0,82	$\frac{0,12}{18,7}$	$\frac{0,14}{17,1}$	0,77	0,82	$\frac{0,10}{13,0}$	$\frac{0,13}{15,8}$
Деркул – п. Плошкино	16	2,07	0,92	$\frac{0,62}{30,0}$	$\frac{0,21}{22,8}$	1,93	0,67	$\frac{0,34}{17,6}$	$\frac{0,12}{17,9}$
Деркул – п. Ростошский	29	2,11	0,96	$\frac{0,49}{23,2}$	$\frac{0,18}{18,8}$	2,60	0,82	$\frac{0,38}{14,6}$	$\frac{0,15}{18,3}$

Примечание. В числителе приведена абсолютная погрешность, в знаменателе – относительная (%).

Таблица 2

Сопоставление нормы стока и его изменчивости за два периода

Река-пункт	Период 1940...1973 гг.		Период 1974...2004 гг.		Изменение, %	
	\bar{Q}	C_v	\bar{Q}	C_v	\bar{Q}	C_v
Чижа 1-я – с. Чижа 1-я	0,83	0,76	0,68	0,75	9,63	1,31
Чаган – п. Каменный	7,98	0,72	6,40	0,65	19,8	9,72
Деркул – с. Каменка	0,83	0,85	0,70	0,77	7,22	9,41
Деркул – п. Ростошский	2,68	0,85	1,67	0,80	37,7	5,88
Караозен – с. Русская Таловка	7,69	1,00	7,54	0,68	1,95	32,0

Точность наблюдаемых данных вычислена по известным формулам для нормы

$$\sigma_{\bar{Q}^n} = \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1+r}{1-r}}, \quad (1)$$

для коэффициентов вариации при $C_s = 2C_v$

$$\sigma_{C_{v,n}} = \frac{C_v}{n+4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2} \left(1 + \frac{3C_v^2 r^2}{1+r}\right)}, \quad (2)$$

где r – коэффициент автокорреляции, для данного района принятое значение $r = 0,25$.

Стандартная погрешность среднего значения, приведенного к многолетнему периоду, определена по формуле С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля [2, 5]

$$\sigma_{\bar{Q}^N} = \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-(N-n)R^2}{N}}. \quad (3)$$

Оценка стандартной погрешности коэффициента вариации, приведенной к многолетнему периоду, произведена по формуле [5]

$$\sigma_{C_{v,N}} = \sigma_{C_{v,n}} \sqrt{\frac{N-(N-n)R^4}{N}}. \quad (4)$$

При поэтапном восстановлении значений ряда гидрологических характеристик, т.е. при использовании нескольких уравнений регрессии за разные периоды случайные погрешности параметров необходимо рассчитывать с учетом объема информации, эквивалентной наблюдаемым дан-

ным, которые определяют соответственно для нормы $N_{\bar{\Delta Q}}$ и среднего квадратического отклонения $N_{\Delta\sigma}$ по формулам [5, 6]

$$N_{\bar{\Delta Q}} = \left[\frac{N}{1 + (N - n)(1 - R^2)/(n - 2)} \right], \quad (5)$$

$$N_{\Delta\sigma} = \frac{N \times n}{n + (N - n)(1 - R^4)}, \quad (6)$$

где n – число совместных лет наблюдений в приводимом ряду и рядах-аналогах, $N-n$ – число восстановленных членов ряда по уравнению, R – коэффициент парной корреляции.

Погрешность параметров годового стока рек района вычислена с учетом $N_{\bar{\Delta Q}}$ и $N_{\Delta\sigma}$. Пример расчета объема эквивалентной информации $N_{\bar{\Delta Q}}$ р. Чижа 2-я – с. Чижа 2-я дан в табл. 4.

Таблица 4

Объем эквивалентной информации

R	n	N	$N-n$	$N_{\bar{\Delta Q}}$	$N_{\bar{\Delta Q}}-n$
0,90	27	31	4	30	3
0,69	41	52	11	45,3	4,3
0,68	17	24	7	19,2	2,2
					$\Sigma 9,5$

По уравнению регрессии для Чижа 2-я у с. Чижа 2-я восстановлены средние годовые расходы воды за 22 года, что соответствует объему эквивалентной информации за 9,5 лет. При расчете случайной погрешности среднего нужно учитывать это количество информации, т.е. расчеты необходимо выполнить по формуле (1), увеличив продолжительность наблюдений на 9 лет. Аналогичные расчеты выполняются при оценке погрешности коэффициента вариации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давлетгалиев С.К., Акимбаева С.М. Расчет нормы стока слабо изученных рек Урало-Эмбинского района // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2007. – №2 (25). – С. 65-69.
2. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. – М.: Наука, 1981 – 249 с.

3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984 – 448 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12, Вып. 2. Урало-Эмбинский район – Л.: Гидрометеоздат, 1970 – 511 с.
5. Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчетов. – Л.: Гидрометеоздат, 1990 – 276 с.
6. СП-33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик – М.: Госстрой России, 2004 – 71 с.

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

**ҚР ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІНІҢ ОҢЛЖАҒАЛАУ
БӨЛІГІ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫСЫНЫҢ
НОРМАСЫН БАҒАЛАУ**

Доктор геогр. наук С.Қ. Дәулетқалиев

Қалпына қайта келтірілген шамаларды ескеріп есептелген жылдық ағындының сипаттамалары қарастырылған. Жылдық ағынды параметрлерінің дәлділігі есептелген.

УДК 551.555: 628.395(574.53)

О РЕЖИМЕ ВЕТРА В Г. ТАРАЗЕ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПРЕВЫШЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

И.В. Пархоменко

В статье рассмотрены ветровые характеристики, приводящие к увеличению концентраций загрязняющих веществ в воздушном бассейне г. Тараза. Наибольшее число случаев превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ во все сезоны года на всех постах наблюдения отмечалось преимущественно при С и Ю направлениях ветра и при скорости 1...3 м/с.

Исследование концентраций вредных примесей и их распространение в городе может быть использовано для выяснения влияния метеорологических условий на загрязнение городского воздуха и понимания физического механизма данного явления [2, 7].

По данным Центра экологического мониторинга окружающей среды г. Тараз по уровню загрязнения воздуха занимает не первое, но и далеко не последнее место примерно из 20 наиболее загрязненных городов Республики Казахстан. Состояние загрязнения воздуха оценивается по результатам анализа и обработки проб воздуха, отобранных на стационарных постах наблюдений (ПНЗ). Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ (ЗВ) в воздухе населенных мест [5].

Авторами проанализированы материалы 4 ПНЗ в г. Таразе за период 2000...2005 гг., а также метеорологические условия в те дни и сроки, когда отмечалось превышение максимально разовых ПДК хотя бы одного из 4-х наблюдаемых веществ (взвешенные вещества, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода).

На рис. 1 представлена схема стационарных постов наблюдений за загрязнением воздуха, они обозначены черными треугольниками и пронумерованы. Как видно, посты расположены почти симметрично на территории города. Отборы проб воздуха производятся три раза в день: в 7, 13 и 19 часов.

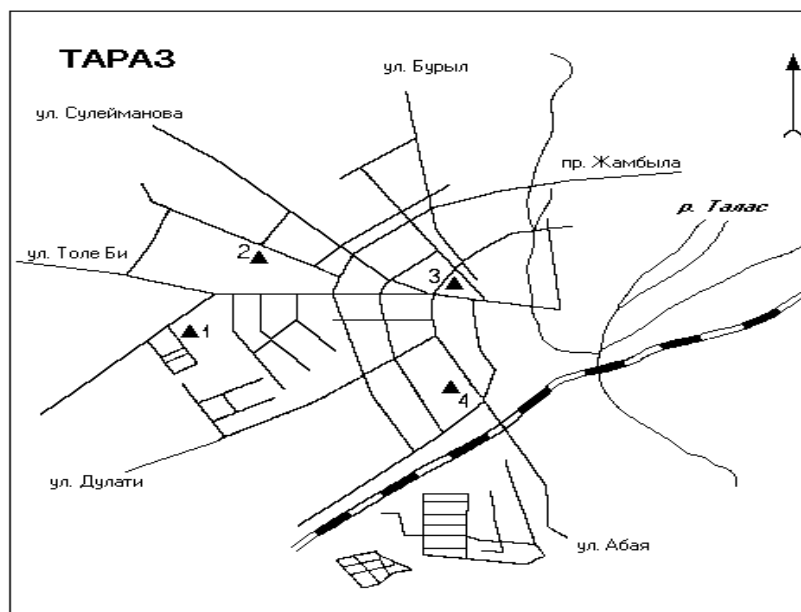


Рис. 1. Карта-схема г. Тараза с расположением стационарных пунктов наблюдения за загрязнением воздуха (ПНЗ).

Прямое влияние на уровень загрязнения воздуха в городе оказывает направление и скорость ветра. Существенное увеличение концентрации примесей наблюдается тогда, когда преобладают ветры со стороны промышленных объектов [4].

Сезонная повторяемость направлений ветра в (%) за 2000...2005 гг. в дни с превышением ПДК ЗВ для каждого из 4 постов рассчитана и представлена на рис. 2 – 5. На ПНЗ-1, расположенном в юго-западной части города, в зимний период времени превышения ПДК ЗВ отмечались преимущественно при С и Ю направлениях ветра, в весенний период при СВ направлении, в летний период при С и З направлениях, в осенний период при С и СВ направлениях.

На ПНЗ-2, расположенном в северо-западной части города, в зимний период времени превышения ПДК ЗВ отмечались также преимущественно при С и Ю направлениях ветра, в весенний период почти с одинаковой повторяемостью при С, З и Ю направлениях, в летний период при СВ и С направлениях, в осенний период при С и Ю направлениях.

На ПНЗ-3, расположенном в северо-восточной части города, в зимний, летний и осенний периоды превышения ПДК ЗВ отмечались преимущественно при С и Ю направлениях ветра, в весенний период при С, З и Ю направлениях.

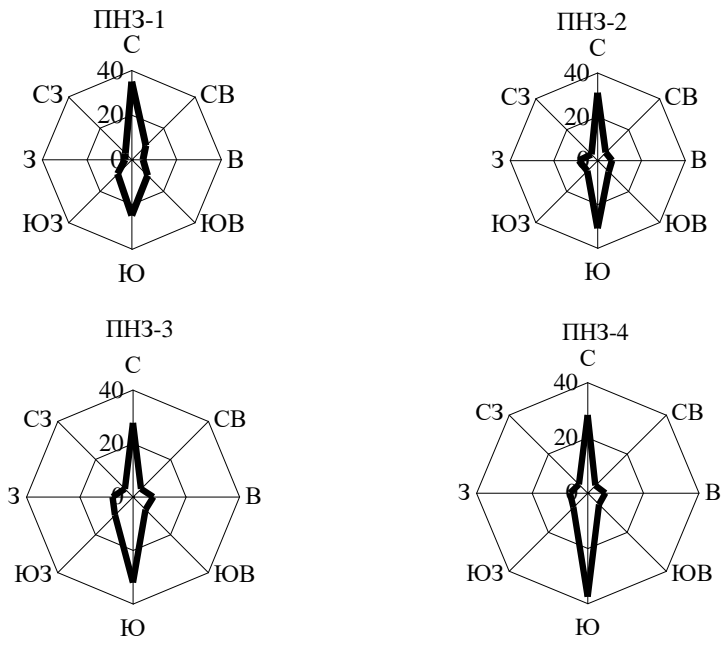


Рис. 2. – Повторяемость направлений ветра (%) в зимний период (2000...2005 гг.) на 4-х постах в случаях превышения ПДК ЗВ.

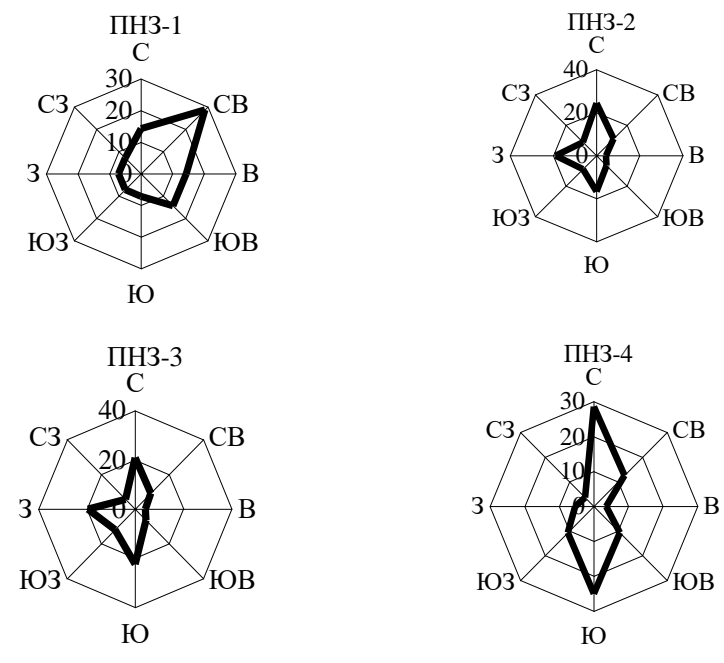


Рис. 3. – Повторяемость направлений ветра (%) в весенний период (2000...2005 гг.) на 4-х постах в случаях превышения ПДК ЗВ.

На ПНЗ-4, расположенном в юго-восточной части города, в зимний, весенний и осенний периоды превышения ПДК ЗВ отмечались преимущественно при С и Ю направлениях ветра, в летний период при С, СВ и Ю направлениях.

В осенне-зимний период на всех ПНЗ превышения ПДК ЗВ отмечались преимущественно при С и Ю направлениях ветра. В весенне-летний период картина более разнородна – преимущество остается за С и Ю направлениями, и еще добавляются СВ и З направления.

Примечательно, что на розах ветров, построенных по средним многолетним данным за год, за июль, за январь, преобладают также С и Ю направления. Преимущество этих направлений ветра обусловлено особенностями ландшафта.

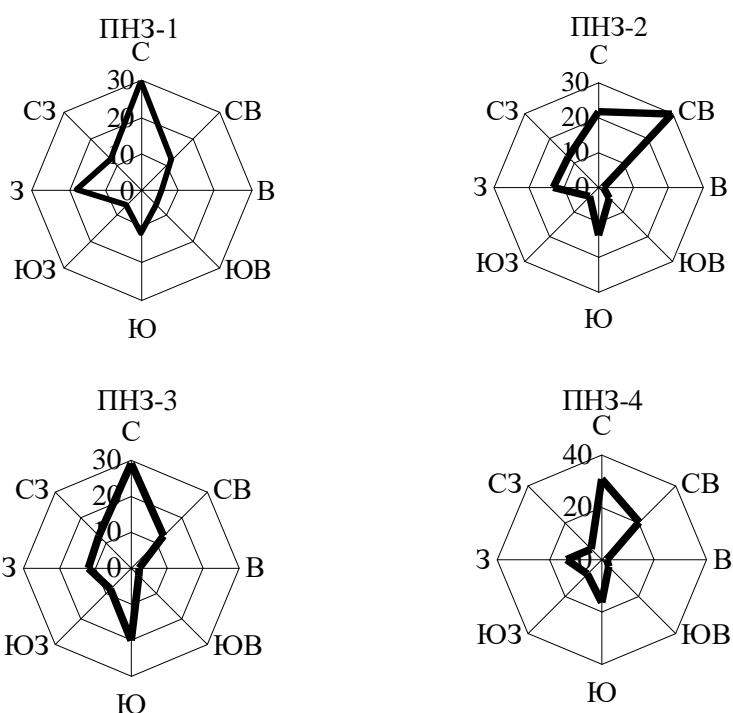


Рис. 4. – Повторяемость направлений ветра (%) в летний период (2000...2005 гг.) на 4-х постах в случаях превышения ПДК ЗВ.

Одним из важных факторов изменения концентраций вредных примесей в атмосфере города является скорость ветра у поверхности земли. Из научной литературы и ранее проводимых исследований известно, что при изучении условий распространения примесей в городских условиях сле-

дует учитывать, как повторяемость малых скоростей ветра (1...3 м/с) и штилей, так и опасных скоростей (4...6 м/с), при которых в процессе турбулентного обмена увеличивается концентрация ЗВ у поверхности земли от высоких источников выбросов [1].

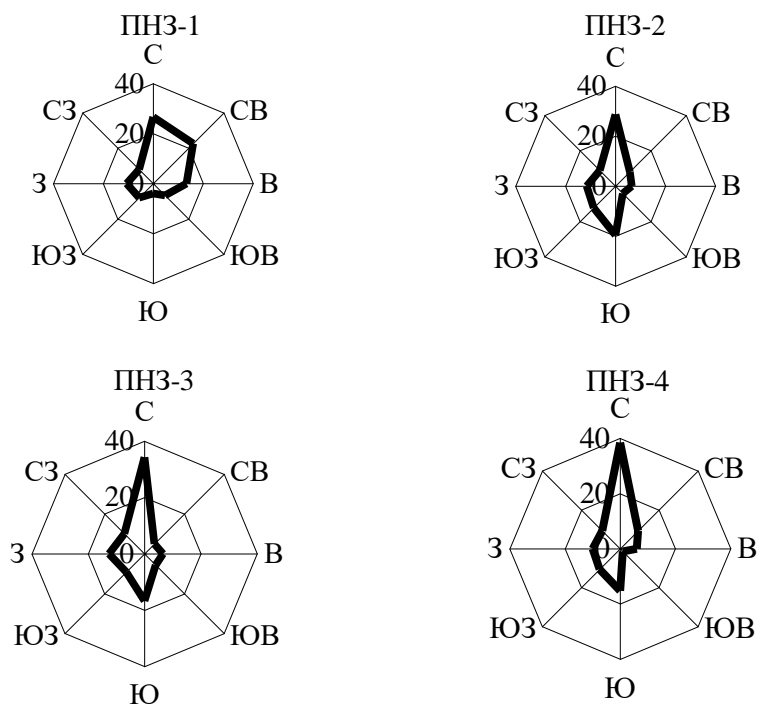


Рис. 5. – Повторяемость направлений ветра (%) в осенний период (2000...2005 гг.) на 4-х постах в случаях превышения ПДК ЗВ.

Автор проанализировал около 2000 случаев превышения ПДК ЗВ в период 2000...2005 гг., отмечавшихся при различных скоростях ветра. По результатам анализа была построена диаграмма (рис. 5) повторяемости случаев превышения ПДК ЗВ при штиле, скорости ветра 1...3 м/с и 4...6 м/с. Следует отметить, что случаи превышения ПДК ЗВ отмечались и при скорости ветра больше 6 м/с, но это были отдельные редкие случаи за весь рассматриваемый период лет. На рис. 6, видим, что в годовом ходе во все месяцы случаи превышения ПДК ЗВ наблюдались при всех 3-х градациях скорости ветра.

Наиболее часто во все месяцы года случаи превышения ПДК ЗВ наблюдались при ветре со скоростью 1...3 м/с, максимальное число случаев приходится на зимний период и составляет от 170 до 215. Наименьшая повторяемость случаев превышения ПДК ЗВ при этой градации скорости

ветра отмечалась с апреля по июнь и составляла от 50 до 80 случаев. Второе место по повторяемости числа случаев превышения ПДК ЗВ в годовом ходе занимает штиль. Наибольшее число случаев от 20 до 50 наблюдалось в осенне-зимний период с сентября по февраль. Наименьшая повторяемость случаев превышения ПДК ЗВ при штиле отмечалась в весенние месяцы март и май и составляла от 6 до 9 случаев.

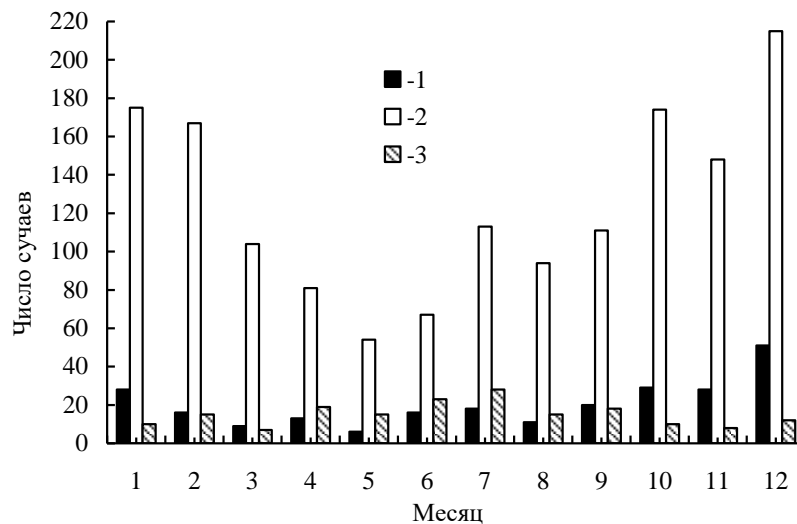


Рис. 6. Годовой ход повторяемости градаций скорости ветра в случаях превышения ПДК. 1 – штиль, 2 – 1...3 м/с, 3 – 4...6 м/с.

При скорости ветра 4...6 м/с наибольшая повторяемость случаев превышения ПДК ЗВ отмечалась в теплую половину года – с апреля по сентябрь и составила от 18 до 28 случаев, а наименьшая – с октября по март и составила от 7 до 15 случаев.

Полученное автором распределение фактической скорости ветра при возникновении случаев превышений ПДК ЗВ обусловлено сезонными особенностями циркуляции атмосферы [6].

В результате проведенного исследования сделаны следующие выводы, которые могут быть полезными в оперативной практике при составлении прогнозов метеорологических условий загрязнения воздуха в г. Таразе:

- наибольшее число случаев превышения ПДК ЗВ во все сезоны года на всех ПНЗ отмечалось преимущественно при С и Ю направлениях ветра;

- наибольшее число случаев превышения ПДК ЗВ во все сезоны года на всех ПНЗ отмечалось преимущественно при скорости ветра 1...3 м/с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. 184 с.
2. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. 199с.
3. Безуглая Э.Ю., Голоян Е.С. Влияние метеорологических факторов на размещение промышленных предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. 277 с.
4. Безуглая Э.Ю., Сонькин Л.Р. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха в городах Советского Союза // Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. С. 241-252.
5. ГН 2.1.6.698-98, РК 3.02.036.99. Гигиенические нормативы: «ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». 38 с.
6. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Алма-Ата, КазГУ им. С.М. Кирова, 1967. – 544 с.
7. Сонькин Л.Р., Чаликов Д В. Об обработке и анализе наблюдений за загрязнением воздуха в городах // Тр. ГГО. – 1968. – Вып. 207. С. 51-56.

Казгидромет, Алматы

ТАРАЗ ҚАЛАСЫНДАҒЫ ЖЕЛДІҢ ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫҢ ШЕКТЕУЛІ РАУАЛЫ КОНЦЕНТРАЦИЯДАН АСЫП КЕТКЕН ЖАҒДАЙДАҒЫ РЕЖІМІ

И.В. Пархоменко

Мақалада Тараз қаласының ауа бассейніндегі ластаушы заттардың концентрациясының өсуіне ықпал ететін желдің сипаттамалары қарастырылады. Барлық бақылау орындарында жылдың барлық маусымында ластаушы заттардың шектеулі рауалы концентрациядан асып кету жағдайы желдің солтүстік және оңтүстік бағыттарда және 1...3 м/с жылдамдықта соққанда байқалған.

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

РЕЖИМ ТЕМПЕРАТУРЫ МОРСКОЙ ВОДЫ В МЕЛКОВОДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАСПИЯ

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина

К.И. Десятова

Рассмотрены вопросы, связанные с анализом режима температуры морской воды в северо-восточной части Каспийского моря. Знание характерных значений температуры воды и их учет в практической деятельности позволит производить обоснованный выбор мероприятий по защите природных объектов в этом районе Каспийского моря.

Температура воды является один из важнейших абиотических факторов внешней среды, прямо или косвенно влияющий на живые организмы. Температурные условия среды непосредственно влияют на жизнедеятельность растений и животных, определяя их активность и характер существования в конкретных ситуациях. Особенно заметное влияние оказывает температура воды на фотосинтез, обмен веществ, потребление пищи и размножение. Исследования температурного режима приобретают все большую актуальность для мелководных зон северо-восточного Каспия, поскольку в настоящее время данный район моря испытывает все возрастающие антропогенные нагрузки, связанные главным образом с разработкой месторождений углеводородного сырья, как на побережье, так и на акватории, что увеличивает риск не только нефтяного, но и теплового загрязнения водоема. Сбросы неохлажденных сточных вод с буровых и искусственных островов в водоём и повышение вследствие этого температуры в мелководной части могут привести к нарушению экологического равновесия, установившегося в естественных условиях, что неблагоприятно может повлиять на флору и фауну и в конечном итоге окажет отрицательное влияние в будущем на все побережье. Но прежде чем исследовать последствия техногенных нагрузок необходимо детально изучить термические условия Северного Каспия.

Для исследования характеристик температуры морской воды использовались многолетние данные Республиканского фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению окружающей среды, в частности ретро-

спективные данные за период с 1980 по 2007 гг. по М Пешной. По данным срочных наблюдений были сформированы ряды средних суточных значений – путем осреднения значений, полученных в отдельные сроки каждых суток. Ряды средних суточных значений использовались при оценке внутримесячной и междусуточной изменчивости.

Суточный ход температуры воды

Суточный размах температуры воды в поверхностном слое в среднем составляет 1...3 °С, максимальный до 9,4 °С – в августе, минимальный – 0,1 °С в январе. Как следует из табл. 1, наименьшие колебания температуры воды внутри суток отмечаются в период осенне-зимнего охлаждения. Затем с увеличением перемешивания морских вод под воздействием ветра суточный размах увеличивается и в летние месяцы достигает наибольших значений.

Таблица 1

Среднемноголетний, максимальный и минимальный диапазон изменения суточных температур воды по М Пешной за период с 1980 по 2007 гг., °С

Диапазон изменения	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средний	0,6	0,5	1,2	3,4	4,0	4,5	4,8	5,3	4,9	3,8	1,8	0,7
Максимальный	2,6	1,3	2,5	6,2	7,5	7,4	8,0	9,4	9,2	8,9	3,9	2,2
Минимальный	0,1	0,1	0,2	1,8	2,0	2,5	2,1	2,4	1,7	1,6	0,7	0,2

Сезонные изменения температуры воды

В годовом ходе температуры воды месяцами, отражающими ее сезонные характеристики, являются январь-февраль (зима), апрель (весна), июль-август (лето) и ноябрь (осень). Годовой минимум температуры приходится на январь-февраль. Среднегодовые её значения на поверхности моря в районе М Пешной в этот период составляют 0,8 °С (табл. 2). В холодные годы температура воды может достигать значений минус 2,5 °С, а в экстремально теплые зимы – 8,3 °С. Среднесуточные температуры в эти месяцы не претерпевают значительных колебаний и находятся в пределах 0,6...1,2 °С. От февраля к марту радиационный прогрев вод увеличивается, и за месяц температура морской воды повышается на 1...2 °С (рис. 1).

Наиболее интенсивно прогревается поверхностный слой воды от марта к апрелю: на 6...7 °С, температура воды в апреле в среднем равна 9,3 °С. В теплые годы она на 5...7 °С выше среднемноголетнего значения, а в холодные годы – на 5...7 °С ниже этого значения. Примерно такое же

повышение температуры воды (6...7 °С) отмечается от апреля к маю, а от мая к июню 5...6 °С (рис. 2).

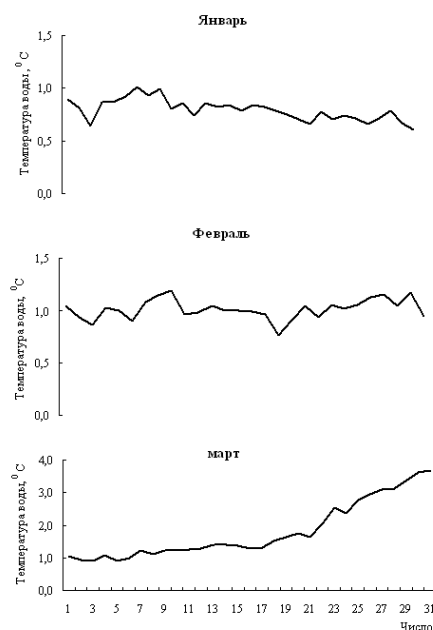


Рис. 1. Среднесуточная изменчивость температуры в январе, феврале и марте по М Пешной за 1980...2007 гг.

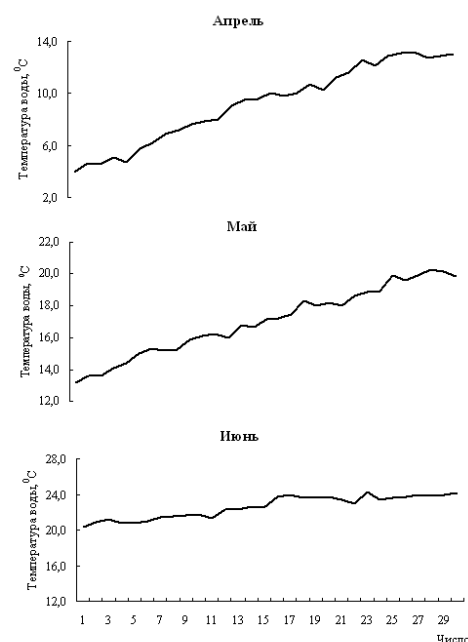


Рис. 2. Среднесуточная изменчивость температуры в апреле, мае и июне по М Пешной за 1980...2007 гг.

С июня радиационный прогрев вод ослабевает, и в течение трех летних месяцев она в среднем повышается только на 1...3 °С. Это происходит из-за роста эффективного излучения с поверхности моря. Средняя температура воды в июле составляет 25,1 °С. С ростом потерь тепла и внутриводного теплообмена, способствующего передаче тепла в нижележащие слои, интенсивность ослабевает, и приращение температуры воды либо не происходит, либо она понижается. В последующие два месяца идет понижение температуры воды (1...3 °С/месяц) (рис. 3).

Ноябрь является переломным месяцем перехода от осенних процессов к зимним. В ноябре средняя температура воды составляет 3,8 °С. От ноября к декабрю интенсивность понижения средней температуры воды составляет 2...3 °С (рис. 4). В дальнейшем, по февраль, средняя температура воды понижается на 1...2 °С.

Таблица 2

Статистические характеристики температуры воды по М Пешной
за период 1980...2007 гг.

Месяц	Температура воды, °С					
	средняя	средняя максимальная	средняя минимальная	абсолютный максимум	абсолютный минимум	разность
Январь	0,8	2,2	0,0	5,9	-1,3	7,2
Февраль	0,8	3,1	0,1	8,3	-2,5	11,6
Март	1,8	6,8	0,2	13,7	-1,0	14,7
Апрель	9,2	18,2	1,7	29,5	0,0	29,5
Май	17,0	25,4	9,4	32,1	2,4	29,7
Июнь	22,6	29,8	13,9	34,0	8,1	25,9
Июль	25,1	31,9	16,2	35,3	10,4	24,8
Август	23,4	30,7	13,6	35,2	8,7	26,6
Сентябрь	17,2	25,7	8,3	30,4	0,7	29,7
Октябрь	10,1	18,9	3,2	24,0	0,0	24,0
Ноябрь	3,8	10,5	0,2	18,0	-0,8	22,0
Декабрь	1,4	3,9	0,1	10,9	-2,0	12,9
Год	11,1	17,3	5,6	23,1	-2,5	21,3

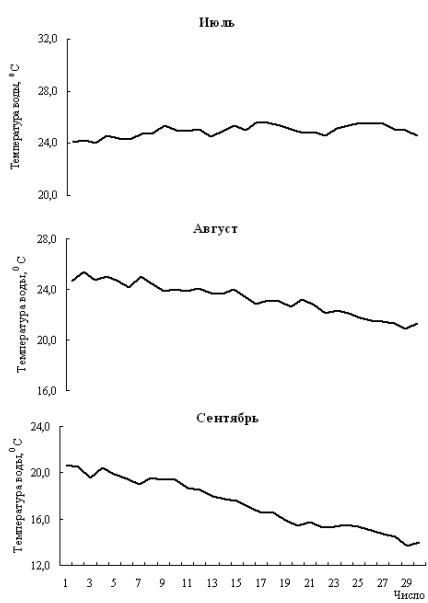


Рис. 3. Среднесуточная изменчивость температуры в июле, августе и сентябре по М Пешной за 1980...2007гг.

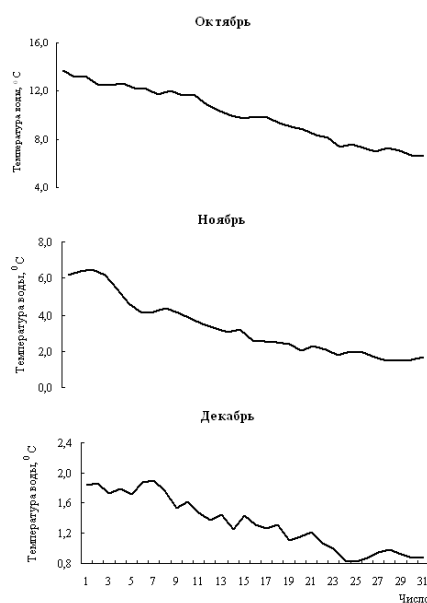


Рис. 4. Среднесуточная изменчивость температуры в октябре, ноябре и декабре по М Пешной за 1980...2007гг.

Анализ данных показал, что в этом районе моря абсолютного максимума температура воды в верхнем слое достигает в июле, что соответствует значению 35,3 °С, а минимума – в феврале (минус 2,5 °С), средняя годовая температура составляет 11,1 °С. Диапазон колебаний температуры воды изменяется от 7,2 °С в январе до 29,7 °С в мае и сентябре (рис. 5).

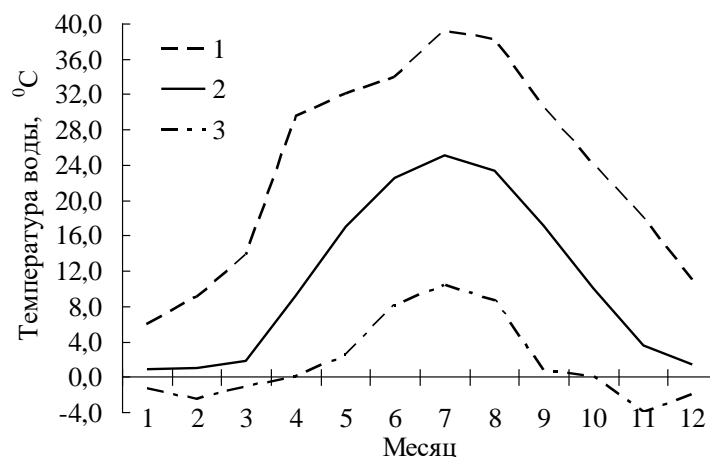


Рис. 5. Внутригодовой ход средней, максимальной и минимальной температуры воды по М Пешной за период 1980...2007 гг.
1 – максимальная, 2 – средняя, 3 – минимальная.

Статистические характеристики температуры воды

Для расчета статистических характеристик и значений средней температуры воды определенной обеспеченности был использован метод статистического анализа, основанный на применении биномиальной асимметричной кривой обеспеченности или кривой распределения Пирсона III [1, 5].

Параметры кривой обеспеченности – среднее многолетнее значение температуры воды (табл. 3), коэффициент вариации (C_v) и коэффициент асимметрии (C_s) для М Пешной установлены по имеющемуся ряду наблюдений и приведены в табл. 3, а на рис. 6 приведено сопоставление совмещенных кривых (теоретической и эмпирической) обеспеченности среднегодовой температуры воды. Как видно на рис. 6, теоретическая кривая обеспеченности среднегодовой температуры воды, построенная при $C_s = 0,6$, соответствует построенной по наблюдаемым точкам эмпирической кривой во всем диапазоне и поэтому может приниматься в качестве расчетной.

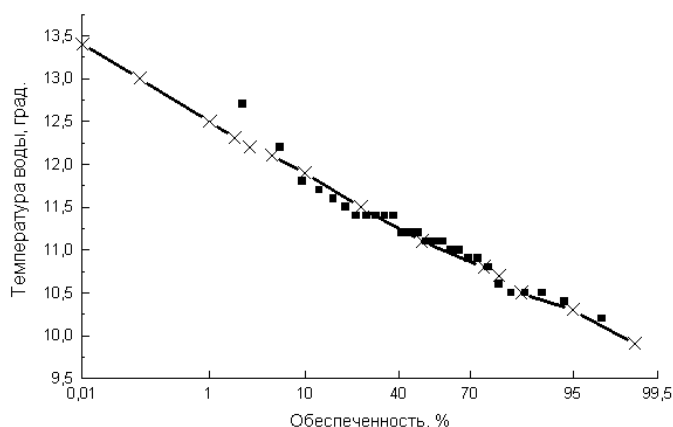


Рис. 6. Кривые обеспеченности (теоретическая и эмпирическая) среднегодовой температуры воды по М Пешной за период 1980...2007 гг.

Таблица 3

Параметры кривой обеспеченности температуры воды по М Пешной, за период 1980...2007 гг.

Месяц	C_v	C_s	Значения средней месячной температуры, обеспеченной на		
			25 %	50 %	75 %
Январь	1,08	1,82	1,2	0,6	0,2
Февраль	1,06	1,19	1,3	0,7	0,2
Март	0,63	-0,04	2,6	1,8	1,1
Апрель	0,23	0,77	10,4	8,9	7,7
Май	0,08	-0,05	17,9	17,0	16,1
Июнь	0,06	0,20	23,5	22,6	21,7
Июль	0,05	-0,71	25,9	25,1	24,2
Август	0,04	-0,77	24,0	23,4	22,7
Сентябрь	0,07	0,03	18,0	17,2	16,4
Октябрь	0,16	0,63	11,0	9,9	8,9
Ноябрь	0,51	1,92	4,7	3,4	2,5
Декабрь	0,92	1,94	2,0	1,1	0,5
Год	0,05	0,60	11,5	11,1	10,8

Температура воды заданной обеспеченности определялась как произведение модульного коэффициента k_p , на среднюю температуру воды. Расчеты показали, что коэффициент асимметрии для всех месяцев не равен $2C_v$, поэтому для расчета модульного коэффициента заданной обеспеченности использовалось уравнение биномиальной кривой распределения, проинтегрированное А. Фостером.

УДК 551.524.34

**К ОЦЕНКЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА В ВЫСОКОГОРНОЙ ЗОНЕ
ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ**

Г.Н. Бисенгалиева

Рассматривается гипотеза существования постоянного подземного стока между гидропостами (ГП) Мынжилки и Ворота Туюксу на р. Киши Алматы (Илейский Алатау).

Потепление климата Земли, начавшееся после окончания Малого ледникового периода в середине 19 века, стало причиной деградации горного оледенения Тянь-Шаня. В ходе деградации создались условия для формирования поверхностных и подземных водоёмов моренно-ледниковых комплексов. Наиболее крупным водоемом, из образовавшихся на моренах и ледниках бассейна р. Киши Алматы, было озеро № 2 на языке ледника Туюксу (Илейский Алатау), зарождение которого относят к двадцатым годам прошлого столетия. Прорыв этого озера в 1973 г. привел к гибели людей и заполнению селехранилища, построенного к тому времени в урочище Медеу. В настоящее время наибольшую угрозу для г. Алматы представляет озеро № 6 на леднике Маншук Маметовой, объем которого близок к 280 тысячам кубометров.

Большую опасность представляют сели, вызываемые прорывом подземных водоемов. В 1956 г. в бассейне реки Малой Алматинки в результате прорыва одного из таких водоёмов образовался селя, объемом около 1,1 млн. м³. В течение 4...5 дней после селя в верховьях Малой Алматинки наблюдались расходы воды, существенно превышающие средние многолетние суточные значения. Суммарный объем воды за указанный период времени оценивается в 1,5 млн. м³. Источником излияния такой огромной массы воды могли быть только внутриледниковые емкости [1]. Образование пустот в моренно-ледниковых массивах связано с термокарстовыми процессами. Гидрометрические измерения, проведенные в 1970 г. в гроте на морене ледника Молодежного показали, что через упомянутый грот за сутки проходит около 22000 м³ воды. Учитывая потери тепла, которые расходуются на протаивание мерзлых грунтов и зная объемную льдистость моренного грунта, была определена убыль мерзлого грунта за

сутки. В среднем она составила около 200 м³. Следовательно, за один абляционный период увеличение емкости полости только в морене ледника Молодежного могло составить 15...20 тыс. м³ [2].

О емкости подземных водоемов моренно-ледниковых комплексов в верховьях р. Киши Алматы можно судить по данным гидрометрических наблюдений ГП Мынжилки, расположенного на высоте 3017 м в непосредственной близости от современной морены ледника Туяксу. На данном участке поверхностный приток отсутствует, поэтому питание р. Киши Алматы в упомянутом створе обусловлено преимущественно таянием ледников.

С помощью средних многолетних суточных значений температуры воздуха по МС Мынжилки (с учетом температурного градиента) было определено изменение во времени температуры на высоте 3700 м [7] (рис. 1). Дата перехода температуры воздуха через 0 С° (10 сентября) может быть принята за дату прекращения таяния ледников. Эта дата хорошо согласуется с данными о периоде расхода вещества в ледниках (таяние и испарение), который длится 2...2,5 месяца – с июля по сентябрь [6].

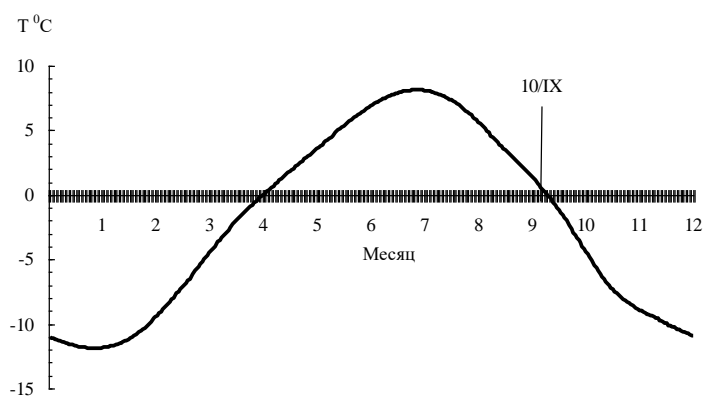


Рис. 1. Средние многолетние суточные значения температуры воздуха на высоте 3700 м и дата прекращения таяния ледника.

Приняв упомянутую дату за конец абляции, можно определить объем воды, накопившейся в подземном водоеме, с помощью графика внутригодового распределения расходов воды по ГП Мынжилки (рис. 2).

На рис. 2 видно, что сток продолжался и после прекращения таяния ледника до середины октября месяца.

Нетрудно подсчитать, что объем воды, вытекшей из внутрiledниковой полости на поверхность выше ГП Мынжилки после

окончания таяния ледника, составляет 1,13 млн. м³. Как видим, он имеет тот же порядок, что и объем воды, излившийся в 1956 году.

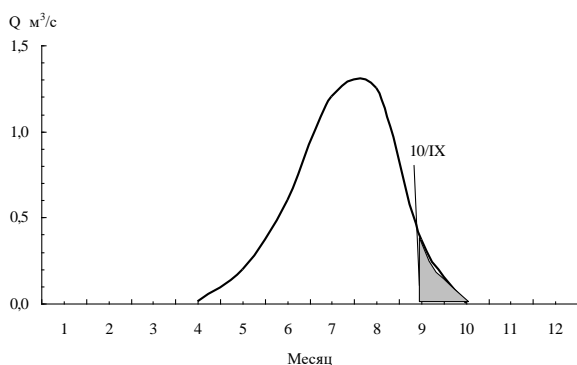


Рис. 2. Внутригодовое распределение расходов воды по ГП Мынжилки и минимальный объем воды внутриледниковой полости.

На расстоянии 2,5 км от ГП Мынжилки находится ГП Ворота Туюксу. Поверхностный приток к реке Киши Алматы на этом участке отсутствует. Следовательно, если из расхода воды в створе Ворота Туюксу [3, 4, 5] вычесть расход, фиксируемый на ГП Мынжилки, разность, в какой-то мере, будет характеризовать подземный сток с площади, замыкающим створом которой является ГП Ворота Туюксу (рис. 3). Этот сток является суммой ледникового, дождевого (грунтового) и трещинного стоков.

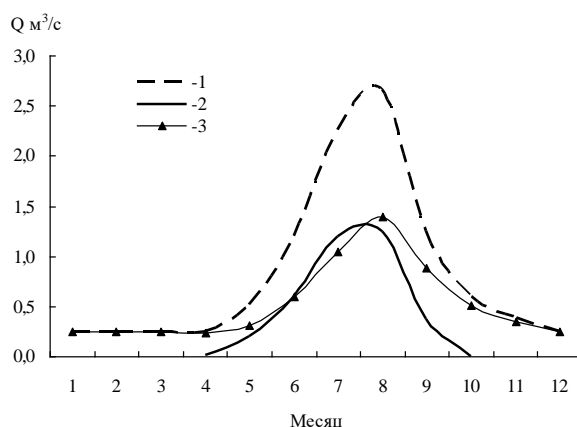


Рис. 3. Внутригодовое распределение расходов воды. 1 – ГП Ворота Туюксу, 2 – ГП Мынжилки, 3 – разность расходов ГП Ворота Туюксу и ГП Мынжилки.

На высоте 3500...3700 м за год выпадает около 1000 мм осадков [7]. Суммарное количество осадков на высоте 3000 м составляет 850 мм, а слой стока, фиксируемый ГП Мынжилки (площадь водосбора 21 км²), в среднем близок к 400 мм. Следовательно, пренебрегая испарением, можно

сделать вывод о том, что около половины стока минует ГП Мынжилки по подземным каналам. Однако уже к створу Ворота Туюксу (площадь водосбора 28 км²) практически весь подземный сток выклинивается (сток близок к 1000 мм).

График внутригодичного распределения расходов воды подземного стока на ГП Ворота Туюксу (рис. 4) указывает на наличие постоянного стока, который существует, практически не изменяясь, в течение всего года. Маловероятно, что обсуждаемый сток – результат опорожнения очень большой подземной емкости, скорее всего это – трещинные воды.

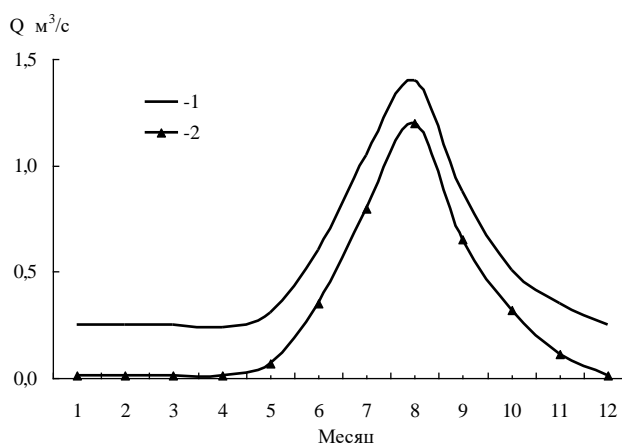


Рис. 4. Внутригодичное распределение расходов воды. 1 – подземный сток на ГП Ворота Туюксу (разница между Воротами Туюксу и Мынжилками). 2 – Постоянный сток, существующий в течении всего года.

Таким образом, при поиске связи стока горных рек с деградацией оледенения необходимо учитывать возможность перераспределения стока на поверхностную и подземную составляющие, которые можно оценивать с помощью гидрометрических наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов Ю.Б. Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки. – Л.: Гидрометиздат, 1977. 55-56 с.
2. Горбунов А.П. Гляциальные сели и пути их прогноза. // Тр. КазНИГМИ – 1971. вып 1. С. 45-56
3. Основные гидрологические характеристики. Т. 13. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 166-168.
4. Основные гидрологические характеристики. Т. 13. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – С. 96.

5. Основные гидрологические характеристики. Т. 13. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 122.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Каталог ледников СССР. Т. 13. Вып. 2. Бассейн оз. Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 18.
7. Токмагамбетов Г.А. Ледники Заилийского Алатау. – Алма-Ата: АНКазССР, 1976. – 62 с.

Казгидромет, г. Алматы

**ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҢ БИІК ТАУЛЫ БЕЛДУІНІҢ ЖЕР АСТЫ
СУЛАРЫН БАҒАЛАУ**

Г.Н Бисенғалиева

Кіші Алматы өзеніндегі (Іле Алатауы) Мыңжылқы және Тұйықсу гидробекеттерінің аралығында тұрақты жер асты ағынының болу гипотезасы қарастырылады.

ЭОЖ 631.45; 631. 67

**МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫ ҚАЛПЫНА
КЕЛТІРУ ӘДІСТЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ ТАҢДАҒЫ ЖАҒДАЙЛАРЫ**

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

Мұнаймен ластанған топырақтарды тазартудың физикалық, физика – химиялық, химиялық, биологиялық тәсілдері және оларды шешудің проблемалары қарастырылған. Микробиологиялық және агротехникалық амалдарды қолдану мұнаймен ластанған топырақтардың өздігінен тазалануын тездетеді.

Мұнай және тұзды жерасты ыза суларының топырақты ұзақ мерзімде ластауы жер құнарлылығының күрт төменденуіне немесе ландшафттың толық деградациялануына алып келеді. Осындай жерлерді қалпына келтіру мен қорғау аса өзекті мәселе. Қазіргі таңда ластану зардаптарын жоятын ғылыми негізделген әдістер жоқ. Қоршаған ортаның мұнаймен ластануының қолайсыз зардаптарын барынша азайту үшін өндіру технологиясы мен оның тасымалдану ережелерін қатал сақтаумен қатар әртүрлі табиғи жағдайларда ластаушы заттар мен ластанған экожүйенің трансформациялану заңдылықтарын білу қажет. Олардың кеңістік – мерзімдік өзгерістерін болжаумен қатар ластанған экожүйені қалпына келтіру шараларын ғылыми негіздеудің маңызы зор. Мұнаймен ластанған топырақтардың зардаптарын жойып бүлінген топырақтарды қалпына келтіру шараларын жүргізген кезде, «экожүйеге ластанудан келген зардаптардан артық зиян келтірмеу» принципін ұстау қажет. Ластанған экожүйені қалпына келтіру концепциясы осы принципке сүйенеді. Оның мәні экожүйенің алғашқы функциясын қалпына келтіру үшін экожүйенің ішкі қорларын барынша мол жұмылдыру болып табылады. Экожүйенің өздігінен қалпына келуі мен рекультивациялануы бір-бірінен ажырамайтын биохимиялық процесс. Рекультивация – бұл экожүйенің табиғи қорларын (климат, микробиологиялық және ландшафтты – геохимиялық процестерді) пайдалана отырып өздігінен қалпына келу процесінің жалғасы.

Ластанған жерлерді қалпына келтіру концепциясына байланысты әртүрлі топырақты – климаттық және ландшафты – геохимиялық жағдайларда ұқсас типтегі ластанушылардың трансформациялануы, дозаларының бірдей болуына қарамастан әртүрлі жылдамдықта жүреді және

эрауан стадияларда кідіріс табады. Шынайы жағдайларда бұл өзгерістер мұнай құрамының әртүрлілігіне және экожүйенің жеке дара сипатына байланысты одан да әрі үдей түседі. Экожүйеге енген мұнайдың жиынтық эффектісінің көпжақтылығы экожүйені мұнаймен ластану реакциясына байланысты типтеуді қажет етеді. Сонымен ортаның мұнаймен ластануы мен әртүрлі табиғи зоналардағы серіктескен заттардың ықпалынан орта өзгеруінің болжама әдістерін жасаудың да маңызы ерекше. Бұл мақсатқа, мысалы, экологиялық, физика – химиялық, топырақтық геохимиялық, биологиялық факторларды есепке алатын ландшафтты – геохимиялық аудандастарды пайдалануға болады.

Топырақ экожүйесінің мұнай және мұнай өнімдерінен өздігінен тазалануы мен өздігінен қалпына келтірілуі – бұл ластаушы заттардың трансформациялануының сатылық биогеохимиялық процесі. Бұл биоценозды қалпына келтірудегі сатылық процестермен қатарласа жүреді. Бұл процестердің жеке сатыларының ұзақтығы эрауан табиғи зоналар үшін әртүрлі болады. Ол негізінде табиғи – климаттық жағдайларға байланысты. Сонымен қатар мұнда мұнай құрамының әртүрлілігінің, ондағы ілеспелі тұздардың бастапқы концентрациясының маңызыда айтарлықтай. Мұнайдың табиғи фракциялануы мен ыдырау процестері оның топырақ бетіне немесе су қоймаларына түсуінен басталады.

Топырақтағы мұнайдың трансформациялануын жалпы үш кезеңге бөледі: 1) алифаттық көмірсутектерінің физика – химиялық және жартылай микробиологиялық ыдырауы; 2) әртүрлі кластағы төменгі микробиологиялық бүлінуі, шайырлы заттардың жаңа жарандылары; 3) жоғары молекулалы қосылыстардың трансформациялануы: шайыр, асфальтендер, полициклді көмірсутектер.

Биодеградация кезеңдеріне байланысты биоценоздардың біртіндеп қалпына келтірілуі жүреді. Бұл процестер баяу жүреді. Экожүйенің әртүрлі сатысында эрауан қарқынмен өтеді. Топырақтың қарапайым жануарларының сапрофиттік кешендері топырақ микрофлорасы мен өсімдік жамылғысына қарағанда біршама баяу қалыптасады. Процестердің толық қайтымдылығы байқалмайды. Микробиологиялық белсенділіктің аса күшті өріс алуы мұнайдың биодеградациялануының екінші кезеңінде жүреді. Барлық микроорганизмдердің сандық мөлшері бақылаулық мөлшерге дейін төмендегенде мұнайды ыдыратушы микроорганизмдердің саны көп жылдар бойы жүргізілген бақылаумен салыстырғанда аномальды жоғары болып қалады. Өсімдіктердің өсуінің қалыпты жағдайларының қалпына келуі

ластанудың бастапқы деңгейіне байланысты. Аса жоғары бастапқы салмақтың өзінде де мұнайдың үдемелі биодеградалану процесіне қарамастан өсімдіктердің қалыпты өсуі қалыптаспайды.

Сонымен мұнаймен ластанған экожүйенің өздігінен қалпына келу механизмі едәір күрделі. Бұл механизмді басқару үшін экожүйенің метастабильдік жағдайының әлі де болса мүмкін болатын өздігінен қалпына келу шекарасын анықтау қажет. Сонымен қатар экожүйені осы шекараға қайтарудың тиімді әдістерін іздестірудің маңызы айтарлықтай. Осы мәселені шешу мұнаймен ластанған топырақ экожүйесін рекультивациялаудың оңтайлы жолдарын анықтауға көместеседі.

Қазіргі таңда мұнаймен ластанған топырақтарды рекультивациялау жеткілікті дәрежеде ғылыми негізделген түрде жүргізілуде. Топыраққа төгілген мұнайдың зардаптарын жою жолдары топырақтың құнарлы қабатын қайтымсыз өзгерістерге душар етеді. Мысалы, мұнайды жағу, ластанған жерлерді грунттармен төсеу, ластанған топырақтарды үйінділерге жинау. «Рекультивациялаудың» мұндай әдістері мүлдем тиімсіз. Механикалық және физикалық әдістер мұнай мен мұнай өнімдерін топырақтан толық аластата алмайды. Себебі мұнайдың топырақтағы табиғи ыдырауы биохимиялық процес. Мұнда топырақ микроорганизмдерінің функционалды белсендік кешенінің шешуі маңызы бар. Себебі олар мұнай мен мұнай өнімдерін көмір тотығы мен суға дейін толық минералдайды. Ал көмірсутектерін ыдыратушы микроорганизмдер топырақ биоценозының тұрақты компонентті. Сондықтан олардың катаболикалық белсенділігін мұнаймен ластанған топырақтарды қалпына келтіру үшін қолданады.

Мұнаймен ластанған топырақтарды микроорганизмдермен тазарту негізінде екі жолмен жүргізіледі: 1) ортаның физикалы-химиялық жағдайларын өзгерту жолдарымен топырақтың табиғи микрофлораларының катаболикалық белсенділігін көтеру (бұл мақсат үшін белгілі агротехникалық тәсілдер қолданылады); 2) ластанған топырақтарға арнайы таңдап алынған белсенді мұнай ыдыратушы микроорганизмдерді ендіру. Келтірілген әдістер бірқатар ерекшеліктерімен сипатталады.. Оларды іс жүзіне ендіру техникалық және экологиялық қиындықтарға душар етеді. Агротехникалық амалдардың көмегімен табиғи микробиоценоздің құрамына кіретін көміртексутектерін ыдыратушы микроорганизмдердің катаболикалық белсенділігін көтеру жолымен оңтайлы жағдай тудырғанда мұнаймен ластанған топырақтардың өздігінен тазалануын тездетуге болады.

Көмірсутектерінің ыдырауын шектеуші негізгі факторлардың бірі ластанған топырақтардың газға режімі болып табылады. Мұнаймен ластанған топырақтың газ алмасуын нашарлатып тотықсыздану процесінің күшеюіне жағдай туғызады. Микроорганизмдердің көмірсутектерін ыдыратуы үшін молекулалық оттегі қажет, ал анаэробты жағдайда ыдырату процесі тым нашарлап кетеді. Сонымен мұнайдың көмірсутектерін ыдыратушы жүзден астам бактериялар мен микроскоптық саңырауқұлақтардың, дрожжалардың ішінде тек біреуі ғана анаэробтарға жатады. [1]. Топырақтың азотиясын жақсартатын топырақ өңдеу тәсілдері көмірсутектерін ыдыратушы микроорганизмдердің белсенділігін арттырып тотықтыру процесін күшейтеді. Топырақтағы мұнай мен мұнай өнімдерінің ыдырауын жиі-жиі жыртып қопсыту және дискілеу арқылы күшейтуге болады [2, 3]. Топырақты өңдеу мұнаймен ластанған топырақтардың өздігінен тазалануын реттеуші қуатты фактор болып табылады. Ол микробиологиялық және ферментативтік белсенділігін арттырады. Сонымен топырақты өңдеудің нәтижесінде жақсартылған агрофизикалық қасиеттеріне ие қуатты биологиялық белсенді қабат түзіледі. Топырақта оңтайлы су, газғауалық және жылу режимдері пайда болады. Микроорганизмдердің саны өсіп олардың белсенділігі артады, биохимиялық процестердің энергиясы өсе түседі.

Топырақтың биогендік элементтер – азот, фосфор және калиймен қамтамасыз етілуі мұнай мен мұнай өнімдерінің ыдырау қарқындылығының артуының маңызды факторы. Биогенді элементтерді енгізгенде топырақтағы микроорганизмдер саны екі есеге дейін өседі. Сонымен қатар C:N қатынастары айтарлықтай өзгереді. Бактерияның толық қанды өсуі үшін көміртегінің он бөлігіне азоттың бір бөлігі сәйкес келуі керек. Егер осы қатынастың арасы арта түссе, көмірсутектерінің ыдырауы бәсеңдей береді. Ластанған топырақтарда C:N қатынасы 400...420 дейін көтерілуі мүмкін [4]. Ластанған топырақтарда жылжымалы фосфор мен калийдің мөлшері төмендейді [5]. Жетіспеген биогендік элементтерді топыраққа минералдық тыңайтқыштарды енгізу арқылы толықтыруға болады. Минералдық элементтерге деген қажеттілік әртүрлі топырақтарда әралуан болады. Бірақ барлық жағдай да минералдық тыңайтқыштар түрінде енгізілген биогендік элементтер топырақтағы көмірсутектерінің ыдырауына себепші болады [6, 7].

Мұнай мен мұнай өнімдерінің микробиологиялық ыдырауын анықтаушы маңызды факторлардың бірі – температура. Топырақтың оңтайлы температурасы 20...37 °C арасында орын алады. Аридтік зонадағы орналасқан топырақтардың мұнайдан өздігінен тазалану қарқыны гумидтік зонадағыға

қарағанда айтарлықтай жоғары болады. Топырақтың ылғалдылығын сақтау негізгі агротехникалық тәсілдің бірі болып саналады. Қолайлы су режимін топырақты суару арқылы ұстап тұрады. Мұнаймен ластанған топырақтарға тарамдалған тамыр жүйелері бар люцерна және басқа да бұршақ тұқымдас өсімдіктерді егу көмірсутектертерінің ыдырауын тездетеді [8, 9]. Көпжылдық өсімдіктер өздерінің дамыған тамыр жүйесімен ластанған топырақтардың газғауа режимін жақсатады. Өздерінің тамыр жүйесімен азот және биологиялық белсенді қосылыстармен байытады. Бұл өз кезегінде микроорганизмдердің мұнай мен мұнай өнімдерін ыдыратуын тездетеді. Сонымен өсімдіктердің өзі де әртүрлі кластағы мұнай көмірсутектерін ыдыратады [10].

Микробтық клетканың көмірсутекті субстратпен, оттегімен және қоректік заттармен байланысын жақсарту үшін беттік – активті заттарды қолданады [11, 12]. Эмульгаторларды қолдану тиімділігі олардың химиялық табиғатына байланысты [13]. Әлбетте, мұнда беттік – активті заттардың өздігінен ыдырауы биосфераның қосымша ластану көзі болуы мүмкін. Бұдан сақ болу керек. Мысалы, АҚШ-та мұнайдан тазарту үшін әртүрлі химиялық заттарды қолдану сертификатсыз жүргізілмейді.

Агротехникалық тәсілдерді қолдана отырып, көп жағдайларда ортаның физика – химиялық қасиеттерін өзгерте отырып, мұнай мен мұнай өнімдерінің ыдырауын тездетуге болады. Топырақтардағы көмірсутектерінің ыдырауы көп факторларға байланысты, сондықтан әрбір нақтылы жағдайға нақты агрохимиялық шаралар жасау қажет. Бұл шараларды ортаның физика – химиялық жағдайларына байланысты микробиологиялық, биохимиялық және агротехникалық кешендер негізінде жүргізу керек. Шет елдердегі және ТМД елдерінде жүргізілген мұнаймен ластанған топырақтарды рекультивациялау жұмыстары қарама – қайшы нәтижелер беруде: әдетте сол бір белгілі шаралар әралуан жағдайларда әртүрлі эффект береді. Ал мелиоранттар олардың ұзақ мерзімде әсер ететін салдары есепке алынбай тандап алынады.

Сонымен мұнаймен ластанған экожүйені қалпына келтіру концепциясына сай және эксперименталдық материалдардың нәтижелеріне сүйене отырып топырақтың өздігінен тазалану принциптерін жасауға болады. Рекультивация шараларын жүргізу топырақ экожүйесіндегі мұнайдың биогеохимиялық трансформациялануының сатылығына тығыз байланысты.

Оның бірінші кезеңі аса уытты геохимиялық жағдайға, яғни биоценоздың максималды ингибирленуіне сәйкес келеді. Осы кезеңде дайындық шараларын жүргізу орынды: аэрациялау, ылғалдандыру, ластанудың таралуын тоқтату. Бұл шаралардың мақсаты –

микробиологиялық процестерді күшейту, сонымен қатар мұнайдың фотохимиялық және физикалық ыдырауын тездетіп, олардың топырақтағы концентрациясын төмендету болып табылады. Осы кезеңде топырақ экожүйесінің өзгеру шегі бағаланады. Бірінші кезеңнің ұзақтылығы әр зонада әртүрлі болады. Мысалы, аридтік зонада ол бір жыл шамасындай.

Екінші кезеңде мұнайдың биодеградалу процесін күшейтіп және топырақтың агрофизикалық қасиеттерін жақсарту үшін, сонымен қатар топырақтың қалдық фитотоксикалығын бағалау мақсатында ластанған учаскелерде дақылдардың сынамалы нұсқалары себіледі. Осы кезеңде топырақтың су режимі мен қышқылды – сілтілі жағдайларын реттеу жұмыстары жүргізіледі. Қажетті жағдайда тұзсыздандыру шаралары өткізіледі. Үшінші кезеңде табиғи өсімдіктердің биоценозы қалыптасады, мәдени фитоценоздар пайда болады, көпжылдық өсімдіктерді себу іс жүзіне асырылады.

Рекультивациялау процестерінің жалпы ұзақтығы табиғатты – климаттық жағдайлар мен ластанудың сипатына байланысты. Бұл процестер далалық, орманды – далалық, субтропикалық аудандарда аса тезірек өтеді. Солтүстік аудандарда бұл процестер ұзақ мерзімге созылады. Әралуан табиғат зоналарында рекультивациялау кезеңдері жобамен 2-ден 5 жыл аралығында өтеді. Мұнайға әртүрлі мелиоранттарды, соның ішінде мұнайды ыдырату процестерін тездететін минералдық және органикалық тыңайтқыштарды енгізудің маңызы ерекше.

Мак Жилдің жұмыстарында мұнаймен ластанған топырақтарда микроорганизмдер мен өсімдіктер арасындағы азот үшін бәсекелестік мәселелері талқыланады [14]. Бірқатар авторлар топыраққа азот және басқа да минералдардың және органикалық тыңайтқыштарды енгізуді ұсынады. Осы айтылған тыңайтқыштарды әртүрлі қоспалармен енгізу микроорганизмдердің мұнайды ыдыратуын тездетеді. Бірақта осы жерде айта кететін бір жайт, енгізілген мелиоранттар негізінде бірінші жылы ғана оң нәтижелер берген. Сондықтан табиғат жағдайларын ескере отырып әртүрлі типтегі топырақтар мен мұнайларға көпжылдық зерттеулер жүргізіу қажет. Әзірше мелиоранттарды тек екінші және үшінші жылдарда енгізу ұсынылады. Мұнай компоненттерін ыдыратуды күшейту үшін микроорганизмдердің штаммдарын қолдану әлі де толық анықталмаған. Олардың нәтижелерін алдын – ала болжау мүмкін емес.

Өздерінің қоректенуінің негігі энергетикалық көзі ретінде мұнай мен мұнай өнімдерін пайдаланатын микроорганизмдердің қазіргі таңдағы зерттеліну жағдайына көз жіберсек, мұнаймен ластанған топырақтарды

тазартудың теориялық мүмкіндіктерінің зор екендігін көреміз. Әлбетте, мұнай мен мұнай өнімдерінің әртүрлі құрамда болуы, мұнайды ыдырататын микроорганизмдердің әралуан типтерінің қатысуына алып келеді. Нәтижесінде көпсатылы биохимиялық процестер туылып, оны реттеуде күрделі қиындықтар пайда болады. Микробиологиялық әдістерді пайдаланғанда топыраққа енгізілген популяциялар мен ондағы табиғи микрофлоралар арасында күрделі проблемалар пайда болады.

Қазіргі таңда техникалық құрал саймандар мен тәсілдердің жетілмегендігі және топырақ жағдайларындағы көп факторлы кешен субстрат – микробиоценоз – қоршаған орта – метаболизм өнімдері арасындағы үзіліссіз бақылау әдістерінің болмауы көп қиындықтарға душар етеді. Осы процестерге қатысушы факторлар өздерінің шектен тыс тұрақсыздығымен және өзгергіштігімен сипатталады. Әрине, мұндай жүйені моделдеу бірден – бір қиын мәселелердің қатарына жатады. Бұл мәселені таза эмперикалық жолмен шешу өте қиын, себебі тәжірибе нұсқалары іс жүзінде шексіз. Сондықтан биогеохимия және ластанған топырақтардың экологиясы саласында, кешенді зерттеулер жүргізу қажет. Мұнаймен ластанған топырақ экожүйесін қалпына келтіру күрделі әрі ұзаққа созылатын процес. Бұл қатаң ғылыми негіздерге сүйенеді. Жерді қалпына келтірудің жалпы заңдылықтарын білу, осы заңдылықтарды нақты табиғат және экожүйе жағдайларына байланысты қолдану жолдарын табу – биосфера үшін жалпы алғанда үлкен маңызы бар.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алиев С.А., Гаджиев Д.А. Влияние загрязнения нефтяным органическими веществам на активность биологических процессов почв // Изв. АН Аз. ССР. Сер. Биол. Наук, 1977. №2. С. 46-49.
2. Андерсон Р.К., Пропадуца Л.А. Изучение факторов, влияющих на биоразложение нефти в почве // Коррозия и защита в нефтегазодобывающей промышленности. – М., 1979. №5. С. 30-32.
3. Мукатанов А.Х., Ривкин П.Р. Влияние нефти на свойства почв // Нефть. Хоз – во 1980. N4. с. 53-54.
4. Самосова С.М., Фильченкова В.И., Губайдуллина Т.С. Микрофлора почв засоленных нефтепромысловыми сточными водами и влияние на неё некоторых агротехнических приемов // Материалы Всесоюз. совещ. «Формирование животного и микробного населения агроценозов» Пушино. – М.: Наука 1982 а. С. 144 – 145.

5. Сапаров А.С., Досбергенов С.Н., Асанбаев И.К., Кокажаева А.Б. Трансформация почв в условиях нефтехимического загрязнения на серо – бурых почвах Мангышлака // Материалы международ. научно – практич. конф. посвященной 100 – летию У.У. Успанова. – Алматы, Тетис, 2006. с.191-193.
6. Угрехалидзе Д.Ш. Метаболизм экзогенных алканов и ароматических углеводородов в растениях. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. 223 с.
7. Ellia R., Adams R.S. Contamination of soils by petroleum hydrocarbons // Adv. Agron. 1961. Vol. 13. P. 97.
8. McGill W.W. Soil restoration following oil spill – a review // J. Canad. Petrol. Technol. 1977. Vol. 16. N2. P. 60-67.
9. Mitchel W.W., Lounachen T.E., Mikendrick J.D. Effects of tillage and fertilization on persistence of crude oil contamination in an Alaskan soil // J. Environ. Quality. 1979. Vol.8. P. 525-532.
10. Odu. C.T.I. Fermentation characteristics reactions of organism isolated from oil polluted soils // Environ. Pollut. 1978. Vol. 15. P. 271 – 276.
11. Odu. C.T.I. Oil degradation and microbiological change in soils deliberately contaminated with petroleum hydrocarbons // Inat. Petrol. [Techn. Pap.]. 1977. N5. P.1-11.
12. Riviere I., Gatellier C. Evolution de la macroflore d'hydrocarbures // Ann. Argon. 1976. Vol. 27. N1. P. 85-99.
13. Robichaux T.J., Myrick N.N. Chemical enhancement of the biodegradation of crude oil pollutant // J. Petrol. Techno: 1972. Vol. 24/ P. 16.
14. Staff C.P. Mutant bacteria decontaminates spilled crude oil // Chem. Process. (US). 1982. Vol. 45/ N14. P. 96.

Ө.О. Оспанов атындағы Топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТОДОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЕЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов

Рассматриваются механические, физико-химические, химические и биологические способы очистки нефтезагрязненных почв.

УДК 556.114

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАНАЛА
ЕРТИС – КАРАГАНДА**

Сообщение 4. Микроэлементы, в том числе тяжелые металлы в донных отложениях и почвах трассы канала

Доктор геогр. наук С.М. Романова

Приведены материалы многолетних исследований по изучению загрязнения микроэлементами, в том числе тяжелыми металлами, донных отложений и почв трассы канала им. К. Сатпаева. Выполнено сопоставление полученных результатов с литературными данными.

В настоящее время все большее внимание уделяется вопросу влияния *донных отложений* на качество воды. В водных объектах, испытывающих интенсивное антропогенное воздействие, донные отложения выступают в роли своеобразного накопителя микроэлементов. В этом случае на границе «вода – дно» устанавливается определенное динамическое равновесие, связанное в значительной мере с сорбционно-десорбционными процессами. Равновесные концентрации образующихся при этом тяжелых металлов, отражают в основном содержание в так называемой, подвижной форме. Подвижность элемента в составе твердой фазы обусловлена характером и механизмом связи сорбат (элемент) – сорбент: ее прочностью, энергетической насыщенностью поверхности частиц грунта. Она существенно определяет условия и интенсивность выхода металлов из донных отложений в водные массы. Возникает необходимость учета *вторичного поступления* микроэлементов из донных отложений в водные массы при оценке их качества.

Как показано многолетними исследованиями Института биологии Республики Украина, запасы тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ во много раз превышают таковые в водной толще [1, 5]. Кроме того, образующиеся соединения тяжелых металлов с компонентами донных осадков довольно прочны. Все это обуславливает определяющую роль донных отложений в самоочищении водоемов от соединений тяжелых металлов. В этом смысле можно говорить о положительном влиянии отложений в формировании качества воды.

Донные отложения водоемов, содержащие минеральные и органические компоненты, играют роль прекрасных «сборщиков» тяжелых металлов, т.к. образующиеся с ними соединения характеризуются, как правило, высокой прочностью. Это, прежде всего оксиды железа, марганца и органические (в частности, гуминовые) вещества.

В донных отложениях канала Ертис – Караганда (КЕК) наблюдается накопление тяжелых металлов. Так, концентрация меди в 1990 г. по сравнению с 1989 г. (станция 6, район НС № 4) возросла в 2 раза (с 20,0 до 51,2 мг/кг), свинца в 1,7 раза (с 10,0 до 17,5 мг/кг), марганца в 2 раза (с 0,40 до 0,78 г/кг). На сравнительно одинаковом уровне остались концентрации цинка и железа, а содержание кадмия незначительно снизилось [4, 5].

В 1989...1991 гг. по трассе канала и на территории резервного водохранилища были отобраны пробы почвогрунтов на содержание в них металлов токсикантов. Валовое содержание меди в почвогрунтах колеблется в пределах от 15,5 до 64,2, цинка от 52,0 до 125, свинца от 10,0 до 35,0, кадмия от 0,25 до 2,50 мг/кг сухой почвы; железа от 21,8 до 48,2 г/кг, марганца от 0,52 до 2,72 г/кг сухой почвы.

Концентрации всех металлов кроме марганца в почвах несколько возрастают от весны к лету в 1990 г., что свидетельствует о накоплении этих компонентов в почвах (таблица 1). Сравнивая среднесезонные и среднегодовые концентрации тяжелых металлов в почвогрунтах трассы канала с аналогичными данными 1989 г., заметили, что они ниже. Это объясняется многоводностью года и вымыванием легкорастворимых форм соединений тяжелых металлов из почвогрунтов. В 1991 г. снижение содержания металлов от весны к лету наблюдается для меди, кадмия, железа и марганца.

Таблица 1

Тяжелые металлы в почвогрунтах трассы канала (среднесезонные и среднегодовые значения)

Год, сезон	Cu	Zn	Pb	Cd	Fe	Mn
	мг/кг сухой почвы				г/кг	
1989, весна	44,1	110,0	11,7	1,7	38,0	1,5
1989, лето	32,3	105,8	17,8	1,2	21,3	1,3
среднее значение	38,2	108,0	14,7	1,4	29,6	1,4
1990, весна	21,0	88,7	17,0	0,3	27,3	1,1
1990, лето	28,5	95,4	20,0	0,5	35,4	0,8
среднее значение	24,7	92,0	18,5	0,4	31,3	0,9
1991, весна	35,3	68,2	15,9	1,0	44,0	1,6
1991, лето	29,3	68,7	16,9	0,4	27,8	0,9
среднее значение	32,3	68,4	16,4	0,7	35,9	1,3
ср. многолетнее значение	31,7	89,5	16,5	0,8	32,3	1,2

По убывающей концентрации в почвах металлы располагаются в ряд: Zn (89,5) > Fe (32,3) > Cu (31,7) > Pb (16,5) > Mn (1,2) > Cd (0,8 мг/кг).

Одним из источников поступления тяжелых металлов в водоемы ЭТЭК является зола бурых углей и пыль ГРЭС, развеваемая ветром на большие (до 20 км.) расстояния и оседаемая по всей акватории водоемов и водотоков. Нами определено содержание следующих металлов в золе: медь – 11,0; цинк – 32,0; кадмий – 1,0; свинец – 10,0; хром – 0,14 мг/кг, а железа и марганца, соответственно, 35,0 и 1,12 г/кг. Спектральный (количественный) анализ Экибастузского угля показал следующее содержание металлов: титан 10 г/кг, барий 1 г/кг, ванадий и медь по 10 мг/кг, марганец и галлий по 30 мг/кг, цирконий 50 мг/кг, стронций 300 мг/кг, свинец 8 мг/кг, бор 300 мг/кг, бериллий – следы, хром не обнаружен.

В подтверждение наших результатов приведем данные Б.Ф. Баимбетовой и др., которые произвели оценку состояния окружающей среды в районах ЭГРЭС-1 и ЭГРЭС-2 [1, 6]. Авторы утверждают, что количество твердых, газообразных и жидких отходов промышленности значительно превышают природные регенеративные возможности. Содержание тяжелых металлов в угле и золе следующее (мг/кг):

Объект	Pb	Co	Sr	Zr	Cd
Уголь	5,2	4,0	7,0	15,0	0,55
Зола	3,2	2,5	6,0	10,0	0,35

Общее количество выбросов вредных веществ в атмосферу г. Экибастуза в год (1992...2000 гг.) составляет 250...350 тыс. тонн, а одной только ЭГРЭС-1 было выброшено в атмосферу за 1996...2000 гг. около 400 тыс. тонн загрязнителей, ЭГРЭС-2 – около 380 тыс. тонн, ТЭЦ – 87 тыс. тонн, АО «Экибастузуголь» – 142 тыс. тонн. На основании этих результатов авторы заключают, что, несмотря на падение уровня производства, можно ожидать значительного накопления тяжелых металлов в различных объектах окружающей ЭТЭК среды. Наши исследования режима, динамики и миграции таких металлов подтвердили прогноз Б.Ф. Баимбетовой с соавторами, т.е. в донных отложениях и почвах водосборной площади канала происходит накопление тяжелых металлов. Кроме того, пыль золы и угля является дополнительным (антропогенным) источником поступления металлов в гидроэкологическую систему ЭТЭК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баимбетова Б.Ф. Эколого-химическая оценка окружающей среды в районах открытой разработки угля (на примере Экибастузского ТПК):

- Автореф. дис. ... канд. хим. наук: Алматы КазНУ им. Аль-Фараби, 2002. – 29 с.
2. Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е.П. и др. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. – Киев: Наукова Думка, 1989.– 216 с.
 3. Журавлева Л.А. Гидрохимия устьевой области Днепра и Южного Буга в условиях зарегулированного речного стока. – Киев: Наукова Думка, 1988. – 174 с.
 4. Кунанбаева Г.С., Таранина Г.В. Мониторинг загрязнения воды и почвогрунтов в экосистеме ЭТЭК // Тез. всес. науч.-практ. конф. «Химические и биологические методы в охране окружающей среды от загрязнения тяжелыми металлами». – М.: ВНИИСЭНТИ, 1990. – 33 с.
 5. Романова С.М. Эколого-химические аспекты загрязнения водных систем Казахстана тяжелыми металлами и другими токсикантами // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2004. – Вып.1. – С. 103-114.
 6. Торегожина Ж.Р., Баимбетова Б.Ф., Омаров А.Т. Эколого-химическое изучение окружающей среды в районах с открытой разработкой угля // Матер. 3 межд. Беремжановского съезда. – Усть-Каменогорск, 2001. – С. 423-426.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы

ЕРТИС ҚАРАҒАНДА КАНАЛЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ СИПАТТАМАСЫ

4 - ші хабарлама. Шөгінділер мен канал трассасының топографындағы микроэлементтер, оның ішінде ауыр металдар.

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова

К. Сатпаев атындағы канал мен шөгінділердің микроэлементтермен, оның ішінде ауыр металдармен ластандын зерттеудің әдеби шалулары мен өзіндік зерттеу жұмыстараның материалдары келтірілген. Алынған нәтижелер әдебиетті берілген нәтижелермен салыстырылған.

УДК 556. 114

**ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАНАЛА
ЕРТИС – КАРАГАНДА**Сообщение 5. Накипеобразующие свойства воды.

Доктор геогр. наук С.М. Романова

Приведен анализ литературных данных и материалы собственных многолетних исследований по изучению накипеобразующих свойств воды канала им. К. Сатпаева, используемой для подпитки водоемов-охладителей Экибастузских ГРЭС.

Нормальная работа ГРЭС обеспечивается при условии достаточного охлаждения турбогенераторов. В настоящее время применяется в основном водное охлаждение по прямоточной, оборотной и смешанной схемам с использованием различных водоемов (водохранилищ, озер, лиманов). Сброс нагретых циркуляционных вод в водоемы-охладители существенно изменяет их тепловой баланс и термический режим по сравнению с естественными водоемами. Рост температуры воды в водоеме-охладителе (ВО) влечет за собой изменение скорости протекания различных процессов, наступают существенные сдвиги в режимах. Так, повышение температуры воды сказывается на изменении ее химического состава, приводящее к таким нежелательным процессам, как евтрофирование, накипеобразование и др. Как у нас, так и за рубежом имеется еще мало данных для решения важных вопросов. Например, как влияет сброс горячей воды на накипеобразующие свойства охлаждающей воды, какие основные критерии и требования выбрать для характеристики качества охлаждающей воды и ряд других вопросов. А изыскание методов предотвращения и удаления отложений в системах охлаждения технического водоснабжения вообще является предметом самостоятельного исследования и до сих пор находится на стадии разработки. Вода канала Ертис – Караганда используется для подпитки водохранилищ-охладителей Экибастузских ГРЭС и поддержания нормального уровня водоемов.

В данном сообщении изложены материалы многолетних полевых и лабораторных исследований, проведенных автором по оценке накипеобразующих свойств воды канала им. К. Сатпаева (КЕК). Результаты, приведенные в настоящем сообщении, являются первой попыткой подытожить

и обобщить имеющиеся по затронутым вопросам материалы и этим в какой-то мере внести вклад в решение проблемы «теплового загрязнения» водоемов РК, а также целенаправить дальнейшие исследования.

Основными требованиями, предъявляемыми к качеству охлаждающей воды, являются: температура, способная обеспечивать нормальное охлаждение теплообменной аппаратуры; отсутствие в системе охлаждения отложений минерального и биологического характера, а также коррозии металлического оборудования.

Основной причиной образования накипи и минеральных отложений является, прежде всего, карбонатные соли кальция и магния [5, 8]. Но не всегда гидрокарбонатные соли разлагаются при нагревании воды в теплообменниках. Распад происходит только при превышении предельно-допустимой величины данного состава охлаждающей воды. Поэтому критерием для оценки накипеобразующих свойств воды служат следующие величины: *жесткость* (общая, карбонатная, некарбонатная, предельно-допустимая) [5]; *стабильность* воды на выпадение карбоната кальция или его растворения вследствие наличия в воде агрессивного диоксида углерода [3, 4, 9]. Кроме названных величин для оценки свойств накипеобразования воды ВО, приходится изучать и состояние *карбонатно-кальциевого равновесия*. Известно, что бикарбонаты вместе с карбонатными ионами, ионами кальция, растворенным диоксидом углерода являются основными компонентами карбонатной системы. С карбонатной системой непосредственно связаны ионы водорода и косвенно весь комплекс растворенных веществ.

Процессы *накипеобразования*. Попадая в систему технического водоснабжения, природная вода под действием специфических для систем факторов изменяет свой физико-химический и биологический состав, что может привести к образованию накипи в конденсаторах турбин.

Одной из проблем является качество охлаждающей воды. Так, из-за повышенной жесткости охлаждающей воды на внутренних поверхностях трубок конденсаторов многих электростанций образуются минеральные отложения; бактериальная флора в охлаждающей воде приводит к образованию органических отложений в теплообменных аппаратах. Это приводит в конечном итоге к перерасходу топлива, а в ряде случаев к ограничению мощности турбин. Развитие в водохранилищах-охладителях высшей и низшей водной растительности в активной зоне приводит к ухудшению охлаждающей способности водохранилища. Не менее важной проблемой является сброс в открытые водоемы и водотоки теплой воды, что вызывает изменение их гидрохимического и гидробиологического режимов.

Температура воды – основной фактор, определяющий изменение всех химических и биологических процессов в водоемах. При повышении температуры растворимость диоксида углерода в воде снижается. Дефицит CO_2 в охлаждающей воде вызывает повышение значений pH и образование карбоната кальция, что приводит к загрязнению минеральными веществами поверхностей, омываемых охлаждающей водой, и особенно поверхностей нагрева. Использование воды плохого качества и дальнейшее его ухудшение при повышении температуры обуславливают образование минеральных отложений на трубках конденсаторов турбин. Наиболее выраженными накипеобразующими свойствами обладают сильно минерализованные воды, поэтому процессы накипеобразования изучались, прежде всего на примере морской воды. Накипеобразование обуславливается содержанием в воде накипеобразующих ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- и протекает в том случае, если произведение активных концентраций ионов накипеобразователей становится большим, чем произведение растворимости того или иного соединения. Тогда рассол становится пересыщенным по отношению к этим соединениям. Это относится в первую очередь к соединениям CaCO_3 , Mg(OH)_2 , CaSO_4 , у которых с ростом температуры коэффициент растворимости уменьшается. В пересыщенном состоянии вода может находиться некоторое время, если отсутствуют центры кристаллизации. Такими центрами являются зародыши кристаллов накипи на стенках теплопередающей поверхности, частицы взвеси продуктов коррозии, микрокристаллы накипи, образовавшиеся в толще воды в результате местных изменений концентрации и т.п.

Если центры кристаллизации возникают на твердой поверхности, происходит, так называемое, первичное накипеобразование. Если они образуются в самом рассоле, идет процесс выделения шлама, способного удаляться продувкой. Наблюдается также явление оседания и схватывания шламовых частиц на поверхности нагрева, приводящее к образованию «вторичной» накипи. Количество образующейся накипи, ее состав, структура и свойства зависят от концентрации солей в кипящем рассоле, от температуры рассола, а также от величины теплового потока (или температурного напора). При температуре ниже $80\text{ }^\circ\text{C}$ из раствора в виде накипи или шлама выделяется CaCO_3 . Рост температуры выше $80\text{ }^\circ\text{C}$ приводит к образованию накипи, составной частью которой является Mg(OH)_2 , иногда присутствует Ca(OH)_2 . При температуре выше $100\text{...}105\text{ }^\circ\text{C}$ увеличивается содержание CaSO_4 в составе компонентов накипи.

В каждом конкретном случае на практике приходится решать вопрос, как предотвратить накипеобразование в конденсаторах турбин или бороться с ним, если отложения уже образовались. На примере водоемов-охладителей видно разнообразие методов предотвращения и борьбы с этим неблагоприятным явлением.

Вода КЕК, питающего водоемы-охладители ЭГРЭС, по существующей шкале жесткости может быть отнесена к мягкой [7], т.к. значения ее общей жесткости не превышают 3,20 ммоль/л экв. весной 1993 г., а в остальные сезоны года колеблются в пределах 1,30...2,35 ммоль/л экв. Полученные нами данные по общей жесткости согласуются с данными Н.А. Амиргалиева [1, 2]. Так, за период 1969...1978 гг. и 1979...1987 гг. жесткость воды КЕК (у Экибастузского водохранилища) составляет в среднем, соответственно, 2,17 и 1,76 ммоль/л экв.

Величина карбонатной жесткости постоянно превышает значения некарбонатной жесткости и составляет в большинстве случаев 69...90 % от величины общей жесткости (за исключением летнего периода 1986 г., когда этот процент составил 45). Из 49 изученных сезонов в 11 случаях величина карбонатной жесткости приближалась или составляла 100 %.

Предельно-допустимая величина карбонатной жесткости воды канала значительно выше (в среднем в 2,4 раза) фактической карбонатной жесткости. В связи с вышеизложенным вода канала являлась бы идеальной природной водой для охлаждения конденсаторов турбин ГРЭС.

Расчет показателя стабильности (S_v) [6] в различные сезоны 1985, 1986, 1989 и 1993 гг. показал, что эта величина постоянно меньше единицы (0,77...0,85). Это свидетельствует о том, что вода канала ненасыщенна карбонатом кальция, коррозионная вследствие наличия в ней агрессивного диоксида углерода и способна к дополнительному растворению в ней карбоната кальция. Следует отметить, что показатель стабильности воды канала в летнее время больше (0,85), чем в остальные сезоны года, т.е. в это время вода близка к стабильности.

Выполненный нами расчет основных компонентов карбонатно-кальциевого равновесия воды канала позволил выявить следующее. Содержание ионов Ca^{2+} колеблется в пределах 18,0...34,1, HCO_3^- – 57,9...212,9 мг/дм³, причем минимальные концентрации наблюдаются в весенний и летний периоды, а максимальные – в зимнюю межень. Концентрация равновесной CO_2 ниже (0,70...5,03 мг/дм³) свободной (1,18...16,66 мг/дм³), поэтому вода канала содержит агрессивную CO_2

(0,3...14,5 мг/дм³). Согласно существующим нормам, такое количество агрессивного CO₂ не представляет опасности для бетонных сооружений на портландцементе. Кроме того, в связи с относительно низкой для речных вод концентрацией ионов HCO₃⁻ (< 120 мг/дм³), такая вода обладает т.н. «выщелачивающей агрессивностью», поскольку способна растворять находящейся в бетоне карбонат кальция и вымывать из тела бетона несвязанную известь – гидроксид кальция.

Вода КЕК не насыщена карбонатом кальция. Величина пересыщения воды карбонатом кальция (S/S_t) постоянно меньше единицы. Лишь в первый год исследования (1978 г.), в воде канала отмечалось некоторое превышение концентраций равновесной CO₂ над свободной, вода была насыщена и пересыщена CaCO₃, величина пересыщения не на много превышала единицу (1,2...1,5).

Поскольку заполнение и подпитка водохранилища ЭГРЭС-2 осуществляется водой КЕК по Шидертинскому каналу, представляет интерес исследовать состояние равновесия его воды на примере 1989 г. Вода канала весной и начале лета ненасыщена карбонатом кальция (S/S_t = 0,11...0,96), содержание свободной CO₂ превышает равновесную ее концентрацию на 0,2...6,4 мг/дм³. К концу летнего периода и осенью вода становится пересыщенной относительно карбоната кальция в 2,0...2,5 раза против нормального в основном из-за увеличения значений pH, содержания Ca²⁺ и CO₃⁻ ионов, чему способствует также увеличение концентрации равновесной и свободной CO₂.

Таким образом, исходная вода из канала, без антропогенного фактора (нагрева) была мягкой и не склонной к образованию накипи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиргалиев Н.А. Гидрохимия канала Иртыш-Караганда. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 199 с.
2. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). – Алматы: НИЦ «Бастау», 1998. – 191 с.
3. ГОСТ 3313-46. Инструкция по определению стабильности воды. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1985. – 18 с.
4. Казиев К., Пан Л. Карбонатно-кальциевое равновесие охлаждающей воды тепловых электростанций // Вопросы водного хозяйства. – Фрунзе: Илим, 1973. – Вып. 27. – С. 79-86.

5. Кошелева С.И. Карбонатное равновесие в водоемах-охладителях тепловых электростанций // В кн.: Предотвращение минеральных и органических отложений на поверхностях теплообменных аппаратов-охладителей систем технического водоснабжения. – М.: Госэнергоиздат, 1955. – С. 63 - 75.
6. Крушель Г.Е. Образование и предотвращение отложений в системах водяного охлаждения. – М.: Госэнергоиздат, 1955. – 202 с.
7. Материалы наблюдений за загрязнением поверхностных вод Казахской ССР, 1980...1987 гг. – Гидрохимический бюллетень. – Алма-ата, 1981 – 1988.
8. Наталюк Н.Т., Лазаренко Ю.И. Гидрохимическая характеристика охлаждающей воды ГЭС и мероприятия по предотвращению накипеобразования в конденсаторах турбин // В кн.: Гидротермические и химико-гидробиологические исследования охладителей циркуляционной воды тепловых электростанций. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 250-261.
9. Никаноров А.М., Посохов Е.В. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 351 с.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы

ЕРТИС ҚАРАҒАНДА КАНАЛЫНЫҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ СИПАТТАМАСЫ

5-ші хабарлама. Судың қақ тузу қасиеттері Екібастұз ГРЭС-нің суытқыш - су қоймаларын қамтамасыз ету үшін қолданылатын.

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова

К. Сатпаев атындағы канал суының қақ тузу қасиетін зерттеудің әдеби шолулары мен өзіндік зерттеу жұмыстарының материалдары белгіленген.

УДК 556.11: 639. 3

**СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ И МЫШЬЯКА В КОМПОНЕНТАХ
ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА БАЛХАШ И ВОДОЕМОВ НИЖНЕЙ
ДЕЛЬТЫ Р. ИЛИ**Канд. геогр. наук Т.Я. Лопарева
Д.С. Шаухарбаева

В данной статье впервые приводятся материалы по содержанию и пространственной динамике ртути и мышьяка в водной среде, донных отложениях, макрофитах, бентонтах оз. Балхаш и приустьевых участков рек, впадающих в озеро. Выделены зоны наиболее загрязненные этими компонентами в результате техногенного воздействия промышленных комплексов на акваторию оз. Балхаш.

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. В список особо опасных загрязняющих веществ входят ртуть, ее соединения и мышьяк. Содержанию мышьяка и ртути в водных экосистемах разных категорий посвящено достаточно большое количество работ [11, 10, 8, 6, 5, 15, 1]. Проблема загрязнения биоценозов оз. Балхаш микроэлементами и особенно тяжелыми металлами отражена в ряде научных публикаций – в статьях и монографиях [13, 14, 3, 9, 17, 16, 2].

В данной работе представлены количественные концентрации ртути и мышьяка в воде, растениях, донных отложениях и бентонтах Балхаш-Илийского бассейна. Материалы по оз. Балхаш публикуются впервые, в чем заключается актуальность и новизна выполненных исследований.

Определение массовой концентрации ртути и мышьяка выполняли методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе типа СТА. Проанализирован обширный материал, позволяющий дать характеристику пространственного распределения этих металлов по акватории озера; приустьевых участков рек Или, Каратал, Аксу, Лепсы; Ийр-Майтанской и Наурызбайской систем озер нижней дельты р. Или. Среднее содержание мышьяка и ртути в воде и донных отложениях Балхашского бассейна приведено в таблице 1.

Как известно из литературных источников [11, 10], ртуть поступает в водные системы путем антропогенного загрязнения в виде элементарной ртути

или двухвалентного иона. Как считает О.А. Алекин [1], содержание ртути в породах обладает низким Кларком – $7 \dots 10^{-6} \%$ и ее малая концентрация в природных водах объясняется малой распространенностью в природе и высокой адсорбционной способностью. Поэтому, по мнению ряда авторов [8], редко отмечаются концентрации ртути в природной среде $> 3 \text{ мкг/дм}^3$.

Таблица 1

Среднее содержание ртути и мышьяка в экосистеме Балхашского бассейна

Район	Содержание в воде, мкг/дм ³		Содержание в донных отложениях, мг/кг	
	Hg	As	Hg	As
I район	0,30	30	0,45	65
II район	0,31	10	0,29	100
III район	0,20	57	0,07	73
IV район	0,29	16	0,82	177
V район	0,13	15	0,20	78
VI район	0,12	14	0,25	100
VII район	0,10	10	0,35	70
VIII район	0,43	15		
Устье р. Или	0,10	9,0	0,30	50
Устье р. Каратал	0,74	15	0,35	60
Устье р. Лепсы	0,12	7,0	0,20	100
Устье р. Аксу	0,80	11,0	0,15	50
Проток Ийр	0,10	9,0	0,20	50
Проток Жидели	0,10	9,0	-	-
Проток Нарын	0,12	9,0	-	-
Оз. Шубаркунан	0,47	10	-	-
Оз. Асаубай	$< 0,10$	10	-	-
Оз. Бабушиное	0,45	12	-	-
Оз. Мал. Наурызбай	0,23	9	-	-
Оз. Белое	0,20	9	-	-

Концентрация ртути в незагрязненных пресных водах колеблется в пределах $0,02 \dots 0,1 \text{ мкг/дм}^3$, в морских – от $0,01$ до $0,03 \text{ мкг/дм}^3$. Незагрязненные реки и озера Канады содержат ртути в пределах $0,01 \dots 0,1 \text{ мкг/дм}^3$, р. Рейн – от $0,2$ до $0,6 \text{ мкг/дм}^3$ [11], в речных водах мира в целом – $0,07 \text{ мкг/дм}^3$ [8]. В природных водах горного Алтая среднее содержание ртути составляет $0,55 \text{ мкг/дм}^3$. В некоторых рудных зонах до $0,95 \text{ мкг/дм}^3$, в воде р. Дунай – $0,06 \text{ мкг/дм}^3$ [5, 15].

Предельное содержание ртути в водной среде оз. Балхаш по акватории представлено величинами $< 0,10$ до $0,50 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальные концентрации обнаружены в районе Бурубайтала – до $0,50 \text{ мкг/дм}^3$

(I гидрохимический район), в IV гидрохимическом районе в зоне влияния выбросов ПО «Балхашцветмет» – от 0,35 мкг/дм³ (бухта Бертыс) до 0,50 мкг/дм³ в зоне влияния сбросов бывшей артели «Каззолото» (залив Малый Сарышаган). В VIII гидрохимическом районе, в самой восточной оконечности озера в районе Бурлютюбе ртуть обнаружена в количестве 0,43 мкг/дм³, как следствие влияния р. Аягоз, несущей со своими водами компоненты техногенного загрязнения. В остальных районах оз. Балхаш концентрация ртути находится в пределах < 0,10...0,30 мкг/дм³, что соответствует содержанию этого компонента в водах Рейна – 0,2 мкг/дм³; в реках Европейской части [7] – 0,40...1,00 мкг/дм³; несколько ниже, чем в морях [1] – 0,7...2,0 мкг/дм³, природных водах рудного Алтая – 0,55...0,95 мкг/дм³ [8].

Из-за токсичности соединения ртути предельно-допустимая концентрация (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов определена очень низкой величиной – 0,01 мкг/дм³ [12]. В литературных источниках при сравнительной характеристике содержания ртути в водах водоемов, в основном, используют ПДК для питьевого и санитарно-бытового водопользования – 0,5 мкг/дм³ [8]. С этих позиций содержание ртути в оз. Балхаш, за исключением отдельных точек, ниже ПДК_{сан.-быт.} (0,5 мкг/дм³) и выше ПДК (0,01 мкг/дм³) для рыбохозяйственных водоемов.

Количество ртути в реках, питающих оз. Балхаш разнопланово. Реки Или, Лепсы и протоки Ийр, Жидели, Нарын содержат в своем составе невысокие концентрации этого компонента – 0,10...0,12 мкг/дм³. Вода рек Каратал и Аксу, куда впадают промышленные стоки, загрязнена ртутью в пределах 0,74 мкг/дм³ и 0,80 мкг/дм³ соответственно. Обследование озер Ийр-Майтанской и Наурызбайской систем показало, что в водах озер Ийр-Майтанской системы содержание ртути – 0,45...0,47 мкг/дм³, а в озерах Наурызбайской системы (Белое и Малый Наурызбай) – в 2 раза меньше и в среднем составляет 0,20...0,23 мкг/дм³. Минимальное количество ртути (< 0,1 мкг/дм³) найдено даже в самом проточном озере Асаубай.

Мышьяк широко распространен в окружающей среде, в том числе в воде, тканях растений и животных, в донных отложениях. Рудная металлургическая промышленность – главный источник загрязнения поверхностных вод мышьяковистыми соединениями. Другой источник загрязнения – это возвратные воды с полей орошения сельскохозяйственных угодий, обработанных гербицидами, содержащими мышьяк.

По литературным источникам в незагрязненных пресных водоемах содержание мышьяка находится в пределах 1 мкг/дм³, воды открытого океана имеют более высокое содержание мышьяка (2...3 мкг/дм³) [11]. Реки и водоемы, расположенные в районах с различной промышленностью, содержат в своем составе до 20 мкг/дм³ мышьяка, а подверженные сельскохозяйственному воздействию (опыление посевов гербицидами) – до 35 мкг/дм³ [11].

Экосистема оз. Балхаш испытывает жесткий антропогенный пресс, как техногенного характера со стороны металлургического производства и ТЭЦ, так и сельскохозяйственного – при обработке сельхозугодий гербицидами, содержащими арсенаты. В связи с этим вода оз. Балхаш содержит в своем составе достаточное количество мышьяка – в пределах 10...57 мкг/дм³. Эти значения свидетельствуют о наличии загрязнения водной среды. Концентрации мышьяка, превышающие ПДК (0,05 мг/дм³) [12] встречаются только в III гидрохимическом районе в заливе Косагаш в количестве 1,9 ПДК и 1,1 ПДК в среднем по III гидрохимическому району. Несколько повышено содержание мышьяка в районе Бурубайтала (I гидрохимический район) – до 30 мкг/дм³ и в районах, более подверженных выбросам ПО «Балхашцветмет»: заливе Торангалык – 29 мкг/дм³; бухте Бертыс – 27...35 мкг/дм³. По остальным районам распределение мышьяка равномерное – в количестве 8...16 мкг/дм³.

Все реки, питающие оз. Балхаш, на момент отбора проб имели относительно невысокую концентрацию этого компонента – в пределах 7...15 мкг/дм³. Количество мышьяка, равномерно распределенное по акватории озер нижней дельты, представлено значениями 9,0...16 мкг/дм³.

Содержание ртути и мышьяка в высшей водной растительности оз. Балхаш

Как свидетельствуют литературные данные, мышьяк не дает существенного загрязнения водных растений, за исключением локальных участков, расположенных вблизи сброса. Поэтому содержание его в макрофитах невысокое, в пределах 0,15...0,40 мг/кг в Европейской части СССР и 0,26...1,4 мг/кг в Азиатской части [10]. Концентрация этого элемента в макрофитах оз. Балхаш, определенная методом инверсионной вольтамперометрии невысокая, в пределах 0,1 мг/кг.

Содержание ртути в водных растениях оз. Балхаш, характеризуется значениями 0,04...0,37 мг/кг сухого веса (таблица 2). Более высокие показатели 0,15...0,37 мг/кг приурочены к акватории озера, приближенной

к промышленному комплексу ПО «Балхашцветмет»: бухта Бертыс, залив Торангалык. В остальных районах озера содержание ртути в макрофитах в 3...4 раза ниже и составляет 0,04...0,08 мг/кг. Эти значения соответствуют содержанию ртути в растениях водоемов разных стран. Так, содержание ртути в макрофитах водоемов Финляндии, в среднем 0,8 мг/кг, в Норвегии – 0,05...0,18 мг/кг, в ФРГ – 0,03...0,43 мг/кг [11], в Европейской части бывшего СССР – 0,01...0,13 мг/дм³, в Азиатской – 0,01...0,09 мг/кг [10].

Таблица 2

Содержание ртути и мышьяка в растениях оз. Балхаш, мг/кг

Вещество	Район					
	бухта Бертыс	залив Торангалык	залив Мал. Сарышаган	Тасарал	дельта р. Или	устье р. Каратал
Ртуть	0,37	0,15	0,08	0,04	0,07	0,04
Мышьяк	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Ртуть и мышьяк в донных отложениях

Высокому обогащению вод ртутью и мышьяком способствует их взаимодействие с почвогрунтами. Экспериментальными исследованиями доказано [8, 6], что хорошими сорбентами ртути являются: илстые накопления, тонкодисперсные материалы и органические вещества. Большинство соединений ртути находятся в неорганической форме. В воде она адсорбируется взвешенными веществами и при седиментации взвешенных частиц поступает в донные отложения. Как следует из литературных источников, никаких норм, регламентирующих содержание ртути в донных отложениях, пока не существует. Фоновыми концентрациями могут служить концентрации этого металла в незагрязненных районах исследуемого водоема. Такими точками для оз. Балхаш могут быть более чистые грунты в районе Косагаш, центре III района, в районе бухты Орлиное, где содержание ртути находится в пределах 0,000...0,002 мг/кг.

Максимальные концентрации ртути в донных отложениях обнаружены в местах наибольшего влияния выбросов ПО «Балхашцветмет», а именно: в бухте Бертыс, в заливе Торангалык (у хвостохранилища), в заливе Малый Сарышаган (район бывшей артели «Каззолото») в количестве 1,0...1,2 мг/кг. В остальных районах акватории озера и реках содержание ртути в донных отложениях невысокое, по средним значениям в пределах 0,07...0,82 мг/кг (таблица 1). Более загрязнены илстые отложения в южной оконечности озера (I район), в районе г. Балхаш (IV гидрохимический район) и восточная часть оз. Балхаш (VII гидрохимический район).

Для сравнения приведем литературные данные, характеризующие содержание ртути в донных отложениях водоемов разных стран [11, 10, 8, 6, 5, 15]. Так, в реках и озерах Европейской части СССР – 0,01...0,45 мг/кг; в азиатской части – 0,01...0,02 мг/кг, в водоемах Северной Америки – 0,004...2,1 мг/кг. В донных отложениях оз. Онтарио (США) – 0,03...2,10; в пресноводных грунтах Канады – 0,19...0,30 мг/кг; в заливе Минамата (Япония) – 0,2...0,24 мг/кг. В Рижском заливе этот компонент находится в количестве 1,13 мг/кг, в прибрежных грунтах Балтийского моря содержание ртути составляет 1,13...1,60 мг/кг. В Амурском заливе в районе сброса бытовых и промышленных отходов концентрация этого металла находится в пределах 0,18...2,9 мг/кг, в заливе Минамата (Япония) на незагрязненных участках 0,4...3,1 мг/кг; в местах сброса сточных вод – до 2000 мг/кг. В Западной части Средиземного моря – 1,62 мг/кг. Таким образом, содержание ртути в донных отложениях незагрязненных районов оз. Балхаш и питающих его рек идентично концентрации этого металла в донных отложениях многих водоемов в разных частях мира.

Мышьяковистые соединения, поступающие в водную среду оз. Балхаш, частично аккумулируются донными отложениями, поглощаются флорой и фауной, образуют трудно растворимые соли, выносятся течениями в открытую часть озера.

В незагрязненных донных осадках [11] обычно содержится от 5 до 15 мг/кг мышьяка, в пресноводных донных отложениях – от 0,5 до 59 мг/кг. Допустимые концентрации мышьяка в почве – 2,0 мг/кг. Фоновое содержание мышьяка в донных отложениях Азиатской части СССР составляет 3,0...11,0 мг/кг [10]. Среднее фоновое содержание мышьяка в донных отложениях оз. Боровое – 6,7 мг/кг, в дельте Волги – 12 мг/кг [15].

Основными загрязнителями донных отложений мышьяком и ртутью являются рудная и металлургическая промышленность, а также сельскохозяйственное производство, использующее гербициды. Оз. Балхаш подвержено влиянию техногенного загрязнения со стороны ПО «Балхашцветмет», с твердыми выбросами которого ежегодно в атмосферу поступает около 612 т и с газообразными выбросами около 920 т неорганического мышьяка. В результате доминирующих ветров 59 % выбросов или около 903,8 т проходит над акваторией озера, загрязняя его поверхность (по статистическим данным 2ТП-воздух за 2005 г. ПО «Балхашцветмет»).

Так, содержание мышьяка в снеге на поверхности озера в 2007 г., в зависимости от удаления от источника, колебалось в пределах

0,03...1,50 мг/дм³ (при среднем значении 0,25 мг/дм³). Для сравнения, по нашим исследованиям в 1993...1994 гг. концентрация его в снеге по акватории озера варьировала в пределах 0,01...1,21 мг/дм³, при средних значениях 0,26 мг/дм³ [4]. Более высокая степень загрязнения снега характерна для акватории озера, примыкающей к промышленному комплексу: бухте Бертыс, заливу Торангалык, заливу Малый Сарышаган. По данным 1994 г. на поверхность озера осаждалось 77,4 т или 0,35 г/м² мышьяка. Из них в бухту Бертыс поступило 3,9 т или 0,25 г/м²; залив Торангалык – 29,6 т или 1,71 г/м²; залив Малый Сарышаган – 3,12 т или 0,12 г/м². Остальное количество мышьяковистых соединений распространяется на более отдаленные участки акватории оз. Балхаш.

Содержание мышьяка в донных отложениях оз. Балхаш и питающих его рек превышает фоновое содержание его в донных отложениях Азиатской части – от 5 до 16 раз и в количественном выражении варьирует, по средним значениям, в пределах 50...177 мг/кг. Доминируют по загрязнению грунты части акватории в 220 км² IV гидрохимического района, максимально приближенного к промышленному комплексу ПО «Балхашцветмет» и ТЭЦ. В бухте Бертыс содержание мышьяка находится в количестве 100...430 мг/кг; в заливе Торангалык – от 95 до 450 мг/кг, в заливе Малый Сарышаган – от 80 до 170 мг/кг. В более отдаленных от источника загрязнения районах концентрация мышьяка в донных отложениях снижается от 3 до 6 раз и составляет в районе Гульшат-Корс – 50...90 мг/кг, аналогичные концентрации обнаружены в западных и восточных районах озера – от 50 до 100 мг/кг. В такой же степени загрязнены донные отложения и рек, впадающих в оз. Балхаш. Таким образом, помимо 220 км² акватории, где донные отложения местами содержат до 450 мг/кг мышьяка, основная площадь акватории оз. Балхаш и рек имеют умеренные концентрации этого металла в грунтах, сравнимые с содержанием его (59 мг/кг) в донных отложениях озер других стран [11]: Медвежье озеро (Канада) – 400...3700 мг/кг, оз. Биг-Сидар (США) – 150...659 мг/кг; оз. Мичиган (США) – 10,9...42,5 мг/кг [11].

Содержание ртути и мышьяка в бентонтах

Как утверждают авторы [11], сильной биокумуляции мышьяка бентонтами не наблюдается. В некоторых озерах Северной Канады содержание его в бентосе составляет 1...1300 мг/кг сухого веса. В незагрязненных водоемах содержание мышьяка в бентонтах колеблется в пределах 0,5...20 мг/кг, в моллюсках и ракообразных, выловленных в прибрежных водах Юго-Западной Англии обнаружено до 35...65 мг мышьяка на кг су-

хого веса. Низкие величины (6...8 мг/кг) установлены для копепод, амфипод, выловленных в заполярных эстуариях [11].

В плане загрязнения бентосных организмов оз. Балхаш были обследованы мизиды, креветки, ракушечник, хирономиды как по отдельным районам озера, так и в устьях рек. Анализы показали, что в бентонтах озера содержание мышьяка колеблется в пределах от 100 до 500 мг/кг (таблица 3).

Таблица 3

Содержание ртути и мышьяка в бентонтах оз. Балхаш, мг/кг

Район	Мизиды		Креветки		Ракушечник		Хирономиды	
	Hg	As	Hg	As	Hg	As	Hg	As
I район	0,027	250	-	-	-	-	0,012	130
II район	0,022	100	-	-	-	-	-	-
III район	0,028	170	-	-	0,005	200	-	-
IV район	0,083	328	0,010	355	0,0058	218	-	-
V район	0,048	305	0,015	500	0,005	610	-	-
VI район	0,020	200	-	-	0,004	200	-	-
VII район	0,010	170	-	-	0,006	250	0,010	500
VIII район	0,071	210	-	-	-	-	-	-
Устье р. Или	0,055	130	-	-	-	-	-	-
Устье р. Аксу	0,027	110	0,011	150	-	-	-	-
Устье р. Каратал	0,027	300	-	-	-	-	-	-
Устье р. Лепсы	0,031	190	-	-	-	-	-	-

При этом концентрации мышьяка в разных видах бентонтов существенно не различаются между собой. Пространственная неоднородность выражается в повышенных концентрациях мышьяка в IV и V районах, как более подверженных техногенному загрязнению. В устье р. Каратал также отмечено несколько повышенное содержание мышьяка в мизидах, а в VII районе в хирономидах превышение мышьяка составляет 3,8 раза относительно I гидрохимического района (юго-западная оконечность озера) (таблица 3).

Как известно из литературных источников, уровни общего содержания ртути в пресноводных бентонтах превышают таковые для морской биоты, средние величины которых составляют 0,1...0,4 мг/кг сухого веса [11]. Пределы колебания в ракообразных 0,02...0,72 мг/кг, в хирономидах – 0,08...1,43 мг/кг, в мизидах – 0,02...0,65 мг/кг. В Амурском заливе концентрация ртути в биоте в среднем 1,1 мг/кг сухого веса, в проливе Босфор Восточный – 1,0 мг/кг, в других исследованных участках залива Петра Великого – 1,1 мг/кг [15].

Загрязнение ртутью бентонтов оз. Балхаш значительно ниже по сравнению с перечисленными выше водоемами. Так концентрация ртути в

мизидах, в зависимости от района озера, колеблется в пределах 0,022...0,071 мг/кг, в устьях рек этот металл обнаружен в количестве 0,027...0,055 мг/кг. Доминантами по накоплению ртути являются мизиды в IV и V районах, как более загрязненных выбросами ПО «Балхашцветмет», а также в восточной оконечности оз. Балхаш (VIII). Содержание ртути в креветках и хирономидах ниже, чем в мизидах и составляет 0,010...0,015 мг/кг, в ракушечнике – в пределах 0,005 мг/кг.

В заключение следует констатировать, что все составляющие экосистемы оз. Балхаш загрязнены соединениями ртути и мышьяка, концентрации которых, в основном, находятся в пределах колебания содержания их в природных водах разных категорий и разных континентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – С. 106-113.
2. Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Накыпбек С.Т., Кенжебеков Б.К. О влиянии антропогенного загрязнения на состояние биологических объектов оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 1. – С. 99-114.
3. Брагин Б.И., Нилов В.И. Тяжелые металлы и хлорорганические пестициды в оз. Балхаш // Проблемы сохранения оз. Балхаш и рационального использования его сырьевых ресурсов. – Балхаш, 1992. – С. 21-22.
4. Влияние выбросов промышленных предприятий города на гидрохимию оз. Балхаш: Отчет о НИР (заключ.)/ БО КазНИИРХ. – Балхаш, 1994. – 79 с. – Отв. исполн. Т.Я. Лопарева, Б.К. Кенжебеков.
5. Дворников А.Г. Некоторые данные о содержании ртути в шахтных водах юго-восточного Донбасса. // Гидрохимические материалы. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – Т. XLVI. – С. 57-63.
6. Комаровский Ф.Я., Полищук Л.Р. Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде: миграция, накопление, токсичность для гидробионтов. // Гидробиологический журнал. – Т. 17. – 1981. – № 5. – С. 71-83.
7. Коновалов Г.С. Изучение микроэлементов в поверхностных водах суши // Гидрохимические материалы. – 1967. – Т. XLV. – С. 237-249.
8. Ломоносов И.С., Шепотько А.О. Геохимическая оценка поведения ртути при создании Катунского водохранилища. // Водные Ресурсы. – 1989. – №3. – С. 118-126.
9. Лопарева Т.Я., Амиргалиев Н.А., Накыпбек С.Т., Кенжебеков Б.К. Уровень накопления токсикантов в промысловых рыбах оз. Балхаш: Тез. докл. / «Современные проблемы водной токсикологии». – Борок, 2002. – С. 17-19.

10. Мониторинг и методы контроля окружающей среды / Под ред. Ю.А. Афанасьева и С.А. Фомина. – М.: МНЭПЦ, Ч. 2. – 2001. – 337 с.
11. Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1987. – 272 с.
12. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов: Утв. Нач. Главрыбвода Минрыбхоза СССР В.А. Измайловым 09.08.90. – М.: 1990. – 46 с.
13. Проблемы гидрологической устойчивости в бассейне озера Балхаш. / Под редакцией А.Б. Самаковой. – Алматы: Каганат, 2002. – 583 с.
14. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под редакцией Т.К. Кудекова. – Алматы: Каганат, 2002. – 389 с.
15. Содержание ртути в компонентах экосистемы залива Петра Великого / Д.М. Поляков, М. Вирцавс, С.И. Козлова, А.А. Лобанов, Т.Я. Задонская, Е.Н. Шумилин // Водные Ресурсы. – 1991. – №5. – С. 101-108.
16. Хузина Г.Г. Содержание микроэлементов в воде оз. Балхаш: Тез. докл. / Республиканская научно-теоретическая конференция «Сейфуллинские чтения-2». – Астана: 2006. – С. 212.
17. Шаухарбаева Д.С., Лопарева Т.Я, Амиргалиев Н.А. Оценка влияния антропогенного загрязнения на качество воды и гидробионты озера Балхаш // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – №4. – С. 41-44.

Балхашский филиал Научно-производственного центра рыбного хозяйства АО «КазАгроИновация», г. Балхаш

**БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ ЖӘНЕ ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ
АТЫРАУЫНДАҒЫ КӨЛДЕРІНІҢ ЭКОЖУЙЕСІ
КОМПОНЕНТАРЫНДАҒЫ СЫНАП ПЕН
МЫШЬЯКТЫҢ МАЗМҰНЫ**

Геогр. ғылымд. канд. Т.Я. Лопарева
Д.С. Шаухарбаева

Бұл мақалада Балқаш көлінің және озендердің құйылыс аймағындағы судағы, судың астындағы топырағындағы, макрофиттарындағы, бентонттарындағы сынап пен мышьяқтың мазмұны мен динамикасы көрсетілген материалдар берілген. Балқаш көліндегі өнеркәсіптік кәсіпорындардың залалдық заттарымен өте ластаған аймақтар анықталған.

УДК 528.4 (075.8)

**ТЕРМОДИНАМИКА ТЕХНОГЕННОГО МАССИВА ТВЕРДЫХ
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Доктор техн. наук

С.С. Нуркеев

Канд. техн. наук

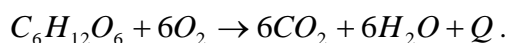
Ж.М. Жаппарова

А.К. Казбекова

В данной статье рассмотрена термодинамика техногенного массива твердых бытовых отходов (ТБО).

Термодинамическая система «техногенный массив ТБО – окружающая среда» является замкнутой в отношении массопереноса и изолированной в отношении энергопереноса и включает в себя три основные подсистемы: аэробную зону техногенного массива, анаэробную зону техногенного массива и прилегающий грунт.

Аэробная зона массива является источником тепловой энергии за счёт процессов саморазогрева, возникающих в результате биохимических реакций. Первоначально в поверхностном слое, вновь поступивших отходов (глубиной до 1,5...2 м), идёт распад органических веществ в результате процессов жизнедеятельности аэробных бактерий с использованием кислорода воздуха. Этот биохимический процесс является экзотермической реакцией и может быть упрощённо представлен термохимическим уравнением:



По мере истощения запасов кислорода в пустотах складированных ТБО начинают преобладать анаэробные микроорганизмы, которые не используют молекулярный кислород воздуха для окисления органических веществ. Анаэробный процесс, проходящий в нижележащих слоях, часто сопровождается снижением температуры, однако верхние слои служат теплоотдатчиком, тепло- и светоизоляцией нижних слоёв. Для крупных полигонов ТБО характерна повышенная температура в аэробной зоне – 60...80 °С (до 90 °С), в анаэробной зоне – 35...50 °С (до 60 °С).

К основным теплофизическим характеристикам техногенного массива ТБО относятся: теплоёмкость, теплопроводность, высшая и низшая теплота сгорания ТБО. Пространственная средняя или макроскопическая теплопроводность антропогенного новообразования зависит от состава,

структуры и свойств массива. Большее содержание органических составляющих в техногенном массиве обуславливает увеличение теплоёмкости по сравнению с почвами и грунтами.

Средняя удельная массовая теплоёмкость массива $C_{ТБО}$ определяется, исходя из массовых долей n i -х компонентов массива ω_i и теплоёмкости этих компонентов C_i :

$$C_{ТБО} = \omega_1 C_1 + \omega_2 C_2 + \dots + \omega_i C_i + \dots + \omega_n C_n = \sum \omega_i C_i, \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}.$$

Средняя удельная объёмная теплоёмкость $C'_{ТБО}$ массива определяется, исходя из объёмных долей n i -х компонентов смеси r_i и теплоёмкости этих компонентов C'_i :

$$C'_{ТБО} = r_1 C'_1 + r_2 C'_2 + \dots + r_i C'_i + \dots + r_n C'_n = \sum r_i C'_i, \text{ кДж/м}^3\cdot\text{К}.$$

В номенклатуре составляющих ТБО наиболее теплоёмким компонентом является вода: чем влажнее пористая среда, тем большее количество теплоты требуется для изменения её температуры. Удельная теплоёмкость линейно зависит от влажности и может быть определена по формуле, выведенной на эмпирической основе и подтверждённой рядом авторов [1, 2, 3]:

$$C_{ТБО} = (0,033\dots 0,04) W + (0,88\dots 1,62), \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}.$$

Коэффициент пространственной средней (макроскопической) теплопроводности $\lambda_{ТБО}$ зависит от состава и свойств массива, от размера, формы и пространственного расположения элементарных частиц и может быть определён, исходя из объёмных долей r_i и коэффициентов теплопроводности λ_i компонентов ТБО:

$$\lambda_{ТБО} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{\sum_{i=1}^n \frac{r_i}{\lambda_i}}, \text{ Вт/м}\cdot\text{К}.$$

Теплопроводность техногенного массива увеличивается с увеличением влажности: замена контакта твёрдых частиц на контакт с более теплопроводной жидкостью увеличивает молекулярный поток теплоты и интегральную теплопроводность системы. Увеличение влажности по-разному влияет на среду в зависимости от содержания органических компонентов. Зависимость теплопроводности от влажности почвы, согласно А.Ф. Чудновскому и другим авторам [1, 2, 3] подчиняется закону насыщения. Эта зависимость достаточно хорошо проявляется для минеральных почв лёгкого и среднего гранулометрического состава и совершенно не выдерживается на торфяных почвах. Увеличение содержания органических составляющих уменьшает теплоёмкость среды и сглаживает рас-

смаатриваемую зависимость, что подтверждается рядом экспериментальных данных:

$$\lambda = (0,0003\dots 0,0005)W + (0,199\dots 0,203), \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$$

Коэффициент температуропроводности или термодиффузии a показывает скорость прогревания или охлаждения техногенного массива и определяется по известной формуле:

$$a = \frac{\lambda_{\text{ТБО}}}{c'_{\text{ТБО}}} = \frac{\lambda_{\text{ТБО}}}{\rho_{\text{ТБО}} \cdot c_{\text{ТБО}}}, \text{ м}^2/\text{с}.$$

Ниже на рисунке представлена зависимость термодиффузии, теплопроводности и теплоемкости от влажности техногенного массива.

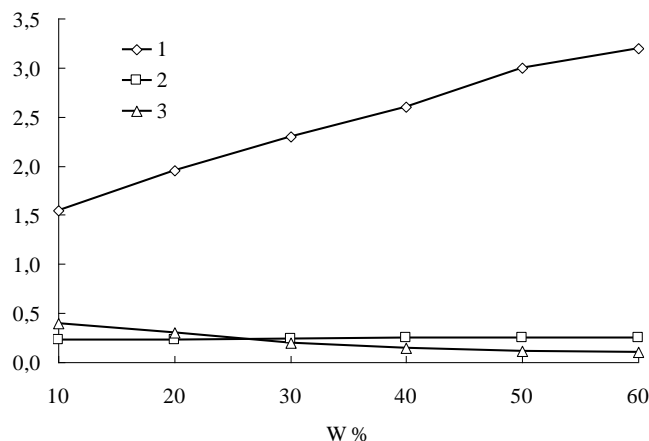


Рис. Зависимость различных параметров техногенного массива от его влажности. 1 – от термодиффузии, $\cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 – от теплопроводности, Вт/м·К; 3 – от теплоёмкости, кДж/кг·К

При увеличении влажности увеличивается конвективная составляющая теплопереноса, что уменьшает скорость изменения температуры, так как большее количество теплоты переносится далее по потоку. Температуропроводность является немонотонной функцией влажности и изменяется по закону максимума [1, 3], в диапазоне основных значений действующей влажности зависимость может быть аппроксимирована полиномом второй степени:

$$a = (0,0001\dots 0,0002)W^2 - (0,013\dots 0,017)W + (0,454\dots 0,512), \text{ м}^2/\text{с}.$$

Анализ зависимости термодиффузии от влажности для различных сред показывает, что немонотонность данной функции уменьшается с увеличением органической составляющей.

Дополнительным энергоисточником системы могут служить возникающие на полигоне ТБО пожары. Наложение данных по составу горючих элементов ТБО на треугольник топливного состава по Таннеру показало, что около 70 % проб ТБО могут гореть без привлечения внешнего энергоносителя. Теплотворная способность ТБО (низшая теплота сгорания) определена по известной формуле Д.И. Менделеева:

$$Q_p = 81C_p + 300H_p - 26(O_p - S_{pl}) - 6(9H_p + W_p),$$

где C_p , H_p , O_p , S_{pl} , W_p – пенсия в рабочей массе топлива углерода, водорода, кислорода, летучей серы и влаги в % (по массе) и составляет порядка 7000...9000 кДж/кг.

Многие реальные неравновесные и необратимые процессы энергетического взаимодействия могут быть с достаточной точностью описаны равновесными моделями для обратимых процессов [4]. Все процессы исследуемой системы, включая предмет термодинамического исследования – формирование температурного поля, развиваются со значительным масштабом координат времени и малым относительным изменением параметров состояния. Чем медленнее развиваются процессы, и чем меньше относительные изменения параметров, тем полнее процессы удовлетворяют представлению о равновесии и обратимости.

В системе «техногенный массив ТБО – окружающая среда» существует локальное равновесие в элементарных объёмах, например, в микропорах. Моделирование тепловых явлений предполагает разложение системы на элементарные объёмы, процессы в которых можно считать равновесными и обратимыми. Тогда при решении нашей задачи применительно к этим элементарным объёмам будут действенны методы анализа классической термодинамики и модель равновесных процессов. Все количественные соотношения теоретически обоснованной модели разработаны с учётом неравновесности и необратимости.

Уравнение первого начала термодинамики для системы «техногенный массив ТБО – окружающая среда» и для всех входящих в неё подсистем в дифференциальной форме имеет вид:

$$dQ = dU + dL,$$

где dQ – приведённая теплота, учитывающая неравновесность и необратимость; dU – изменение внутренней энергии; dL – работа.

Полагая исследуемую систему замкнутой и изолированной, рассмотрим энергетические связи подсистем. Основной целью изучения являются тепловые потоки и температурное поле системы, механической

энергией в данной задаче допустимо пренебречь. Учёт работы, преобразующейся за счёт необратимости и неравновесности в теплоту внутреннего теплообмена и приводящей к диссипации энергии, произведём следующим образом:

$$dQ = dQ' + dQ'',$$

где dQ' – обратимая подведённая или отведённая теплота; dQ'' – необратимая теплота внутреннего теплообмена.

Аналитическое выражение второго начала термодинамики для исследуемой системы записывается в виде неравенства:

$$dS \geq dQ/T,$$

где S – полная энтропия системы; Q – количество теплоты, подводимое от теплоотдатчика.

Приращение энтропии возникает за счёт внешнего теплоисточника и внутренней диссипации энергии. Рассмотрим изменение энтропии подсистем, которая может увеличиваться, уменьшаться или оставаться постоянной в случае равновесного состояния. Энтропия аэробной зоны техногенного массива, которая является теплоотдатчиком с температурой T_1 , уменьшается на $(Q' - Q_1'')/T_1$. Анаэробная зона массива и прилегающий грунт являются теплоприёмником с температурой $T_2 < T_1$, энтропия которого увеличивается на $(Q' + Q_2'')/T_2$. Определение изменения полной энтропии, исходя из принципа аддитивности, позволяет записать для исследуемой системы закон возрастания энтропии:

$$\begin{aligned} (Q' + Q_2'')/T_2 - (Q' - Q_1'')/T_1 &= Q'/T_2 + Q_2''/T_2 - Q'/T_1 + Q_1''/T_1 = \\ &= Q'(T_1 - T_2)/T_1 T_2 + Q_2''/T_2 + Q_1''/T_1 > 0. \end{aligned}$$

Энергетический баланс системы «техногенный массив ТБО – окружающая среда» позволяет количественно определить поток теплоты, приводящий к изменению температурного поля и включает следующие составляющие:

$$Q_T = Q_R + Q_{нж} + Q_p + Q_{атм} + Q_{пов} + Q_{вл},$$

где Q_T – затраты теплоты на изменение температурного поля; Q_R – теплота солнечной радиации; $Q_{нж}$ – теплота самопроизвольного возгорания ТБО; Q_p – теплота биохимических реакций; $Q_{атм}$ – теплообмен с приземным слоем атмосферы; $Q_{пов}$ – затраты энергии на процессы на поверхности массива; $Q_{вл}$ – затраты теплоты на суммарное испарение влаги.

Моделирование процессов теплопереноса в исследуемой системе осуществляется посредством дифференциальных уравнений сплошности, движения и энергии [3, 5, 6]. Рассмотрим элементарный неподвижный

объём техногенного массива или грунта, через который фильтруются техногенные воды. Определим скорость накопления внутренней энергии в элементарном объёме $\Delta x \Delta y \Delta z$.

Скорость подвода теплоты от внешнего источника:

$$\Delta y \Delta z (q_x/x - q_x/(x+\Delta x)) + \Delta x \Delta z (q_y/y - q_y/(y+\Delta y)) + \Delta x \Delta y (q_z/z - q_z/(z+\Delta z)),$$

где x, y, z – пространственные координаты; q_x, q_y, q_z – компоненты вектора плотности теплового потока q .

Разделив все члены полученного выражения на $\Delta x \Delta y \Delta z$ и перейдя к пределу при $\Delta x, \Delta y$ и Δz , стремящихся к нулю, в результате получим $(\partial q_x/\partial x + \partial q_y/\partial y + \partial q_z/\partial z)$ или, переходя к характеристикам векторного поля, в компактном векторном виде – оператор Гамильтона.

Основными способами теплопереноса в системе являются теплопроводность и конвекция, что позволяет определять количество подведённой к элементарному объёму теплоты следующим образом:

$$q = q_{mnp} + q_m,$$

где q_{mnp} – количество теплоты, подводимое посредством теплопроводности:

$$q_{mnp} = -\lambda \nabla T,$$

где λ – коэффициент теплопроводности; q_m – количество теплоты, подводимое в результате конвекции:

$$q_m = -\rho \omega i = -\rho \omega C \nabla T,$$

где ρ – плотность фильтрата; ω – локальная скорость перемещения фильтрата; i – энтальпия фильтрата.

Кроме внешнего подвода теплоты на энергетическое состояние элементарного объёма, влияют процессы, происходящие внутри объекта исследования. В результате противодействия поверхностным нагрузкам и движению фильтрата внутри элементарного объёма возникают напряжения, система выполняет механическую работу, часть которой трансформируется в необратимые потери в виде теплоты или изменения внутренней энергии.

Рассмотрим скорость необратимого превращения данного вида работы во внутреннюю энергию, происходящего за счёт перемещения фильтрата относительно неподвижной структуры. Данную скорость возможно определить как произведение $\mu \Phi$, где μ – коэффициент внутреннего динамического трения; Φ – диссипативная функция необратимых потерь. Диссипативная функция выражается через градиенты скоростей перемещения фильтрата:

$$\Phi = 2[(\partial \omega_x/\partial x)^2 + (\partial \omega_y/\partial y)^2 + (\partial \omega_z/\partial z)^2] + [\partial \omega_y/\partial x + \partial \omega_x/\partial y]^2 + [\partial \omega_z/\partial y + \partial \omega_y/\partial z]^2 + [\partial \omega_x/\partial z + \partial \omega_z/\partial x]^2 - \frac{2}{3}[\partial \omega_x/\partial x + \partial \omega_y/\partial y + \partial \omega_z/\partial z]^2.$$

В некоторых случаях теплопереноса энергоисточник может иметь место внутри элементарного исследуемого объёма, что определяет его отдельный учёт – $q_{\text{вн}}$. Внутренним источником или стоком дополнительного тепла могут служить такие явления, как смачивание первоначально сухой среды, конденсация водяных паров или испарение, разложение органического вещества. При определении температурного поля аэробной зоны мощным внутренним теплоисточником являются экзотермические реакции. Определение данного теплового потока возможно провести, исходя из экспериментальных данных по объёму разложения биомассы.

Таким образом, обобщая все способы поступления в элементарный объём тепла, получим полное *уравнением тепловой энергии* в виде субстанциональной производной внутренней энергии:

$$\rho \cdot Du/Dt = - (\nabla q) + \mu \Phi + q_{\text{вн}},$$

где ρ – плотность техногенного массива; u – удельная внутренняя энергия; t – время.

Используя зависимость внутренней энергии от изменения температуры $u = c\Delta T$, получим возможность определения температурного поля системы:

$$\rho c \cdot DT/Dt = - (\nabla q) + \mu \Phi + q_{\text{вн}}.$$

Предложенный теоретический подход требуется развить в направлении практического решения задач исследования. Необходимо изучить особенности теплопереноса в аэробной зоне, определить кинетические константы биохимических реакций для расчёта количества выделяемой теплоты. Рассмотреть дополнительные внутренние теплоисточники в виде испарения внутри массива. Изучить необратимые процессы системы с целью детализации диссипативной функции. Определить зависимость теплофизических характеристик от плотности и температуры массива, от содержания органического вещества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронин А.Д. Основы физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 244 с.
2. Куртнер Д.А., Усков И.Б. Климатические факторы и тепловой режим в открытом и защищённом грунте. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 231 с.
3. Чудновский А.Ф. Теплофизика почв. – М.: Наука, 1976. – 352 с.
4. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 160 с.
5. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 536 с.

6. Юдаев Б.Н. Теплопередача. – М.: Наука, 1981. – 319 с.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

ТҚҚ ТЕХНОГЕНДІ МАССИВТІҢ ТЕРМОДИНАМИКАСЫ

Техн. ғылым. докторы	С.С. Нуркеев
Техн. ғылымд. канд.	Ж.М. Жаппарова
	А.Қ. Қазбекова

Бұл мақалада тұрмыс қатты қалдықтардың техногенді массивтің термодинамикасы қарастырылған.

УДК 551.582:636.3.591.543(574)

МЕРЫ АДАПТАЦИИ ОВЦЕВОДСТВА К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

Канд. геогр. наук
Канд. геогр. наук

С.С. Байшоланов
П.Ж. Кожаметов

В статье рассматриваются природные, социальные, экономические и правовые аспекты овцеводства республики, и предлагаются меры по адаптации овцеводства к изменениям климата.

Овцеводство в Казахстане – ведущая отрасль животноводства. Численность овец и коз в целом по республике сократилась от 36,7 (1987 г.) до 9,5 млн. (1998 г.), а в последнее десятилетие имело тенденцию к увеличению, и к 2007 г. достигло 17,7 млн. голов.

Овцеводство относится к погодозависимой отрасли экономики. Все больше проявляющееся изменение климата скажется и на его развитии. Для смягчения негативных последствий изменения климата и направленной адаптации овцеводства Казахстана к новому состоянию природной среды потребуется осуществление широкого комплекса адаптационных мер. Меры по адаптации овцеводства предполагают проведения целенаправленных научно-исследовательских и организационно-правовых работ, различных агро- и зоотехнических мероприятий.

Наличие сведений о биоклиматических особенностях конкретной территории позволяет в процессе разведения животных их учитывать и при необходимости предупреждать отрицательное воздействие погоды. До распада СССР в Казахстане, в зависимости от физиологических свойств, требовательности к внешним условиям и адаптированности овец, проводилось научно обоснованное районирование и размещение пород овец по областям и районам республики. После расформирования колхозов и совхозов основное поголовье скота перешло в частное владение, и с миграцией населения была нарушена районированность пород овец. На сегодня около 87 % всех сельскохозяйственных животных республики сосредоточены в хозяйствах мелких частных, остальные 13 % – в сельскохозяйственных предприятиях [14]. Также очевидно некоторое изменение мезоклиматических условий в различных регионах республики. Соответственно возникла необходимость пересмотра зооклиматического районирования пород овец с учетом мезоклиматических, почвенных, социальных и

экономических условий регионов Казахстана. Учитывая вероятность увеличения периода с устойчивой жаркой погодой, необходимо практиковать на полупустынных и пустынных летних пастбищах содержание наиболее приспособленных грубошерстных пород овец. Тонкорунные и полутонкорунные породы овец должны быть сосредоточены в более благоприятных предгорных, горных и северных районах.

Для правильного размещения пород овец необходимо провести научно-исследовательские и экспедиционно-полевые работы по определению степени приспособленности овец и выявлению более стрессоустойчивой и адаптированной породы отдельно для каждого природно-климатического района Казахстана, хотя бы там, где овцеводство имеет важное социально-экономическое значение. Такие работы базируются на прошлых научных достижениях в области овцеводства и должны быть комплексными, включающими проведение зоотехнических, физиологических, биологических и метеорологических исследований. Подобные исследовательские работы были проведены в опытном хозяйстве им. Мынбаева Казахского НИТИ овцеводства, на австралийских мериносах и их репродукциях. В частности в работах [7, 8] рассмотрены вопросы акклиматизации и адаптации австралийских мериносов в условиях юго-востока Казахстана и изучены их адаптационные способности.

Погодные и климатические условия влияют на животных двояко: во-первых, определяют состояние пастбищной растительности, во-вторых, оказывают непосредственное воздействие на организм животных. Невысокая урожайность пастбищ из-за недостатка влаги и жаркий климат Казахстана принуждают перегонять овец в течение года на различные сезонные пастбища. Отгонно-пастбищная система содержания животных позволяет связать воедино природно-хозяйственный комплекс, разнообразные сезонные пастбища и является основной адаптационной мерой выработанной вековым опытом кочевников-животноводов. Ранее до 1990-х годов летом овцы перегонялись на летние пастбища – джайлау. На юге Казахстана это преимущественно комплексы вертикальной зональности, в центральных и западных областях – широтной зональности. В условиях Алматинской области практиковались сезонные перегоны животных от пустынных низкогорий Чу-Илийских гор и песков Таукум, Сарыесик-Атырау до высокогорья Заилийского Алатау и Джунгарского Алатау.

В Жамбылской области в качестве зимних пастбищ использовались пески Мойынкум, летом большую часть скота перегоняли в урочище

Сусамыр и долины Чаткальского хребта. Хозяйства северных районов Жамбылской и Южно-Казахстанской областей перегоняли своих овец через Бетпакадалу на летние пастбища Сары-Арка (Центральный Казахстан). Пастбища Бетпакадалы использовались весной и осенью.

В Южно-Казахстанской области, наряду с круглогодичным содержанием скота в песках Кызылкумы, в качестве зимних пастбищ используются предгорная земледельческая полоса, а летних – пастбища Угамских гор и хребта Каратау.

В Кызылординской области овец перегоняли с низовьев реки Сырдарья и северной части Кызылкумов в Приаральские Каракумы, полупустыни бассейнов рек Иргиз и Сарысу.

Также трассы перегонов тянулись: в Мангыстауской области от зимних пастбищ Мангышлака до летних пастбищ северо-западного Устюрта, в Атырауской области от Нарын песков до верховьев рек Сагыз и Эмба. На трассах перегонов создавались запасы кормов, водопойные пункты, строились помещения для скота и т.д.

Кроме того, в каждой области имеются круглогодичные пастбища, расположенные вдоль крупных рек (Или, Сырдарья). На таких пастбищах обычно выпасались грубошерстные и каракульские овцы, отличающиеся наибольшей выносливостью к жаркой погоде. Однако в последнее десятилетие, в связи с уменьшением поголовья овец и переходом овцеводства в частную собственность, большинство овец круглый год содержатся вокруг населенных пунктов. Такое положение дел неблагоприятно сказывается на продуктивности овец. Пастбища вокруг населенных пунктов из-за перевыпаса деградируют. В летние месяцы из-за жары овцы не нагуливаются, а теряют в весе. И лишь крупные предприятия имеют возможность соблюдать общепризнанную и экономичную схему содержания овец в Казахстане – отгонно-пастбищную.

Одним из факторов, сдерживающих развитие отгонного животноводства, является отсутствие на отгонах водоемов и источников для поения скота. В Казахстане обеспечение скота водой на сезонных пастбищах осуществляется за счет подземных вод, поднимаемых на поверхность инженерными сооружениями. Эти сооружения, использованные ранее (более 60 тыс. шахтных и трубчатых колодцев) вследствие длительного бездействия, пришли в негодность.

Директор общественного фонда поддержки крестьянских хозяйств «Фермер Казахстана» В.Г. Левин предлагает на первых порах организо-

вать двухразовую смену пастбищ – с весенне-летних на осенне-зимние, рассчитать реальную кормоемкость и обводнить пастбища. Эти проблемы пастбищного животноводства также поднимались пилотными проектами Глобального Экологического Фонда «Разработка программного подхода к устойчивому использованию пастбищ в различных природно-климатических зонах Казахстана», с целью отработки моделей устойчивого использования пастбищ путем возрождения традиционных методов и активного участия местного населения [11].

Необходимо отметить, что в настоящее время отсутствует законодательная база для определения маршрутов перегона и мест стоянки для выпаса животных. Фермеры должны иметь определенные права в отношении пастбищ и законодательный акт на их использование.

В связи с вышесказанным, необходимо продумать возможность восстановления отгонно-пастбищной системы содержания овец, решить нормативно-правовые вопросы перегона овец на сезонные пастбища, восстановить и увеличить количество водопойных пунктов на скотоперегонных трассах. Требуют решения и социальные вопросы животновод-фермера: доставка продуктов первой необходимости и топлива на джайлау и зимовку, обучение детей в школах и т.д. При этом можно утверждать, что без восстановления отгонно-пастбищной системы ведения животноводства не возможно дальнейшее развитие овцеводства и увеличение поголовья овец в Казахстане.

В условиях дальнейшего потепления климата, для улучшения летнего выпаса овец необходимо принять меры по снижению тепловой нагрузки на животных. С повышением температуры воздуха смягчаются климатические условия высокогорья. Соответственно можно шире использовать ранее практикуемые летние горные пастбища и осваивать новые пастбища, расположенные несколько выше. На круглогодичных пустынных и полупустынных пастбищах для защиты от тепловой нагрузки животных можно высадить естественные зонты из лесных пород саксаула.

В работе [14] отмечается, что мелкий частник в силу экономических факторов сам выпасает свой скот, не выходя за радиус 5 км от аула. Такой выпас привел к резкому снижению продуктивности этих пастбищ, изменил их видовой состав в худшую сторону, снизил качество корма. Такое положение ограничивает возможность частника увеличивать численность скота и повышать товарные качества продукции. Сложившаяся ситуация может иметь двойной путь развития. Первый вариант – отсутствие

стратегических инициатив по использованию пастбищ для мелких товаро-производителей приведет к окончательному снижению кормоемкости используемых пастбищ. Второй вариант – это мелко и крупномасштабное использование огромного кормового потенциала восстановленных пастбищ, что благоприятно скажется на росте поголовья животных и благосостоянии сельских жителей.

На сегодняшний день, около 30 % пастбищ республики используются недостаточно, некоторые вообще запущены, зарегистрировано около 49 млн. га деградированных пастбищ. Требуют коренного и поверхностного улучшения многие другие сенокосы и пастбища. Многие хозяйства не располагают достаточной информацией о продуктивности сенокосов и пастбищ, и это затрудняет расчет скотоемкости для конкретной территории, продолжительности выпаса на пастбищах, количества заготовки необходимых кормов на период стойлового содержания животных. Это также снижает эффективность мероприятий по улучшению сенокосов и пастбищ [14]. В результате неотрегулированного выпаса скота и низкой самовозобновляемости растительных ресурсов, которая особенно резко проявляется в экстремально сухие годы, на пастбищах снижается продуктивность и уменьшается биоразнообразие. Соответственно необходимо принять меры по недопущению перетравливания близких к населенным пунктам пастбищ, провести работы по коренному и поверхностному улучшению естественного растительного покрова на деградированных пастбищах, внедрить систему регулируемого выпаса животных с учетом скотоемкости пастбищ.

В связи с предстоящим потеплением и обусловленным им стрессовым воздействием на животных необходимо уделить серьезное внимание правильной организации мер по борьбе с болезнями животных. С повышением температуры воздуха можно ожидать увеличения вспышек инфекционных заболеваний у животных. Предполагается рост числа таких заболеваний, как ящур, бруцеллез, копытная форма некробациллез овец, почвенные инфекции (сибирская язва, эмфизематозный карбункул и др.) и паразитарные болезни (чесотка, стригущий лишай, подкожный овод и др.). Для их предупреждения необходимо: осуществление своевременного и эффективного ветеринарно-санитарного надзора; организация противоэпизоотических, охранно-карантинных и других мероприятий для предупреждения заразных и незаразных заболеваний (вакцинация, иммунизация, изоляция, дезинфекция и др.); поддержание надлежащего санитарного состояния территорий пастбищ, мест

водопоя; организация на летних пастбищах передвижных лечебно-профилактических пунктов.

В работе [3] отмечается, что в связи с возрастанием неустойчивости метеорологического режима на юге Казахстана, увеличивается межгодовая изменчивость зоометеорологических условий содержания животных. Это означает, что сроки проведения зоотехнических мероприятий на конкретный год имеют тенденцию отдаления от их климатических сроков, и разница между соседними годами может составить целый месяц. Поэтому необходимо проводить осеменение, окот, стрижку, профилактическую купку и перегон овец на летние пастбища, а также заготовку страховых запасов кормов с учетом рекомендации специалистов агрометеорологов Казгидромета. Это уменьшит риск овцеводства, связанный с неблагоприятными погодными условиями, и будет способствовать эффективному использованию природных ресурсов.

Нашими учеными (А.И. Чекерес, Н.А. Конюхов, А.П. Федосеев, В.П. Петрашин, И.Г. Иванов) были разработаны множество зоометеорологических и агрометеорологических прогнозов применительно к отгонно-пастбищному овцеводству: условий выпаса овец, сроков стрижки и сроков перегона овец и т.д. В более поздних работах [4, 5, 10] предлагаются методики прогноза продуктивности овец, оценки летнего нагула (привес) и сроков стрижки овец. Однако в связи с климатическими изменениями и нарушением породного районирования овец в республике некоторые методики требуют корректировки. Также нарушена установленная во времена Советского Союза плодотворная связь Казгидромет – Министерство сельского хозяйства (МСХ) (потребитель – овцеводческие хозяйства).

Согласно выше изложенным фактам, можно констатировать, что с потеплением климата будет возрастать потребность овцеводства в зоометеорологических прогнозах. Соответственно необходимо усовершенствовать старые и разработать более эффективные методы агро- и зоометеорологических прогнозов, усовершенствовать систему агрометеорологического обслуживания овцеводства республики.

Для повышения осведомленности и научного подхода к ведению животноводства нужно шире использовать средства массовой информации. Например, наравне с прогнозом погоды, один раз в декаду, давать фермерам информацию – краткий агрометеорологический обзор за прошедшую и прогноз на следующую декаду, охватывая вопросы животноводства.

Адаптации овцеводства к условиям будущего климата в Казахстане, способствуют некоторые государственные целевые программы: «Государственная Программа развития сельских территорий Республики Казахстан на 2004...2010 гг.»; «Программа по борьбе с опустыниванием Республики Казахстан на 2007...2017 гг.»; «Прикладные научные исследования в области агропромышленного комплекса (МСХ РК) – Сохранение, развитие, формирование и использование генофонда сельскохозяйственных животных, птиц и рыб для создания новых и совершенствования имеющихся пород, типов, линий и кроссов, выращивание их для реализации».

В государственной Программе развития сельских территорий Республики Казахстан на 2004...2010 годы, предусматриваются меры по интенсификации селекционно-племенной работы, максимальному охвату искусственным осеменением маточного поголовья семенем высокопродуктивных производителей, созданию условий для развития новых пород животных, формированию специализированного средне- и крупнотоварного производства, переводу на качественно новую ступень национальной системы ветеринарии [6].

Определенный позитивный сдвиг в животноводстве оказывает селекционно-племенная работа. В результате оказываемой со стороны государства целенаправленной поддержки, ситуация в племенном животноводстве постепенно стабилизируется. В 2007 году база племенного животноводства представлена 558 хозяйствующими субъектами. Из которых 71 имеют статус племенного завода и 487 – статус племенных хозяйств (143 – в овцеводстве). Количество племенных хозяйств ежегодно увеличивался на 35...40 ферм. Производством и реализацией семени производителей сельскохозяйственных животных занимаются 25 субъектов в области племенного животноводства. В 2007 году численность племенного поголовья овец составила 1,09 млн. голов и ее ежегодный прирост составляет 6,9 % [2, 13]. Основными причинами неблагоприятной ситуации в животноводстве названы: низкий уровень селекционно-племенной работы, низкий охват искусственным осеменением, слабая кормовая база и недостаточное финансирование [13].

МСХ планирует ряд мер по поддержке развития животноводства в 2008 г.: определение перечня приоритетных пород животных с высоким генетическим потенциалом по продуктивности; внесение изменения в механизмы и нормативы субсидирования; увеличение удельного веса племенных животных путем применения искусственного осеменения и широкого внедрения методов биотехнологии по трансплантации эмбрионов;

усиление инспекционных работ в области ветеринарии и племенного животноводства и улучшение кормовой базы [13].

Доля сельского хозяйства в валовом внутреннем продукте страны составляет около 8,5 % и из них 41,5 % принадлежит животноводству [6]. Животноводство является социально ориентированной отраслью экономики, так как в ней занято значительное количество сельского населения республики. Соответственно определяющим фактором является степень социально-экономического развития села и его потенциал. По классификации сельских населенных пунктов (СНП) республики по совокупному показателю социально-экономического развития, к группе с высоким потенциалом развития относится 14 %, со средним – 74 %, со слабым – 10 %, с особо неблагоприятными экологическими условиями – 0,3 %, а в 136 СНП (1,7 %) нет населения [6].

Одной из проблем развития животноводства является мелкотоварность производства. Основным производителем продукции животноводства являются личные подсобные хозяйства населения, их доля составляет 86 % [15]. По численности овец и коз доля подсобных хозяйств населения составляет 77 %, фермерских хозяйств – 16 %, сельхозпредприятий – 7 % [1]. Хозяйства населения не имеют потенциала для развития, из-за недостатка финансов, профессиональных знаний, низкой рентабельности производства и низкой производительности труда. Они слабо организованы, испытывают трудности со сбытом своей продукции. Соответственно необходимо укрупнение животноводческих хозяйств с целью повышения эффективности производства. Например, на потребительские кооперативы, объединяющие производственные, перерабатывающие и сбытовые функции. Эти обстоятельства могут быть барьером в адаптации овцеводства к климатическим изменениям.

Международные и казахстанские эксперты, работавшие над программой совместных экономических исследований Правительства Республики Казахстан и Всемирного Банка «Животноводство Казахстана – поддержка возрождения отрасли» [12] считают, что показатели производственной эффективности животноводства страны стоят намного ниже международных стандартов, но имеют потенциал для повышения. Также считают, что для дальнейшего развития животноводства правительство должно сосредоточиться на снижении маркетинговых затрат, продвижении качества и стандартов пищевых продуктов и повышении производительности фермерских хозяйств. Эксперты также пришли к выводу, что в

ближайшее десятилетие макроэкономическую политику в животноводстве формируют два основных направления: быстрый рост нефтегазового сектора и вероятность вступления в ВТО [12]. Быстрое развитие нефтегазового сектора будет отрицательно сказываться на животноводстве, снижая его конкурентоспособность (в результате «голландской болезни» будет поощряться импорт, а не экспорт), а вступление в ВТО сократит гибкость, с которой правительство может использовать инструменты субсидий для содействия животноводческому производству, защиты внутреннего рынка и содействия экспорту. Это обстоятельство также может создать определенный барьер в адаптации овцеводства к изменению климата. Положительным моментом существующей макроэкономической среды является вероятное расширение внутреннего рынка, движимое быстрым ростом инвестиций государственного и частного секторов. По результатам исследований экспертами была разработана программа реформ по развитию животноводства и соответствующие задачи животноводческой политики [12].

Таким образом, принимая программы развития села и животноводства, а также другие общественные программы государство, способствует адаптации овцеводства к изменениям климата.

Резюмируя выше сказанное, нами предлагаются следующие рекомендации по адаптации овцеводства к климатическим изменениям:

1. Проведение исследовательских работ по определению степени приспособленности овец и выявлению более стрессоустойчивой и адаптированной породы отдельно для каждого природно-климатического района Казахстана;
2. Зооклиматическое районирование пород овец с учетом изменения климата;
3. Восстановление отгонно-пастбищной системы содержания овец. Широкое освоение высокогорных пастбищ;
4. Внедрение системы регулируемого выпаса животных, с учетом скотоемкости пастбищ и климатических условий;
5. Коренное и поверхностное улучшение растительного покрова на деградированных пастбищах. В пустынных и полупустынных пастбищах посадка естественных зонтов из лесных пород саксаула;
6. Организация эффективного ветеринарно-санитарного надзора, охранно-карантинных и других мероприятий;
7. При определении сроков осеменения, окота, стрижки, профилактической купки и перегона овец на летние пастбища, а также объема заго-

- товки страховых запасов кормов учитывать рекомендации специалистов агрометеорологов Казгидромета;
8. Усовершенствование системы агрометеорологического обслуживания животноводства;
 9. Использование СМИ для повышения информированности фермеров о погодных условиях и их научного подхода к ведению животноводства;
 10. Эффективная реализация положений государственных и общественных программ по развитию села и животноводства.

Основными социально-экономическими барьерами в адаптации овцеводства к климатическим изменениям могут быть:

1. Сосредоточение поголовья овец в мелких подсобных хозяйствах населения, которые не имеют потенциала для дальнейшего развития;
2. Быстрое развитие нефтегазового сектора, приводящее к снижению конкурентоспособности казахстанского животноводства;
3. Возможное сокращение субсидий правительства для содействия животноводческому производству и защиты внутреннего рынка, вследствие вступления Казахстана в ВТО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдиманатов А.А. Аналитическая работа «Экономический потенциал села Казахстана». – Алматы: ЦЭКиА, 2005. – 12 с.
2. Аналитические материалы об итогах социально-экономического развития агропромышленного комплекса республики за 9 месяцев 2007 года // www.ninagri.kz
3. Байшоланов С.С. Влияние изменения климата на показатели продуктивности овцеводства // Материалы второй международной научно-технической конференции «Окружающая природная среда – 2007: Актуальные проблемы экологии и гидрометеорологии» Украина, г. Одесса, 26-28 октября 2007 г.
4. Байшоланов С.С. Зооклиматические условия содержания овец на юге и юго-востоке Казахстана // Актуальные проблемы географии республики Казахстан. – Алматы: Қазақ университеті, 1998. – С. 40-50.
5. Байшоланов С.С. Условия летнего содержания и нагула овец в урочище Ассы / КазГУ. – Алматы, 1998. – 15 с.: – Деп. В КазгосИНТИ 14.09.98, № 8444 – Ка 98.
6. Государственная Программа развития сельских территорий Республики Казахстан на 2004...2010 годы // [http: ru.government.kz](http://ru.government.kz)

7. Карабаев Ж.А. Научные основы акклиматизации овец // Вестник с-х науки Казахстана № 5. – Алматы, 2005. – С. 41-45.
8. Карабаев Ж.А. Основные эколого-продуктивные аспекты акклиматизации и адаптации овец: Автореф. дис.... доктор с-х. наук. – Алматы, 1998. – 258 с.
9. Кожаметов П.Ж. Вопросы усовершенствования критериев неблагоприятных погодных условий для остриженных овец // Тр. КазНИГМИ. 1990. – Вып. 108. – С. 118-128.
10. Кожаметов П.Ж., Байшоланов С.С. О влиянии агро- и зоометеорологических факторов на уровень воспроизводства овец в Алматинской области // Вестник КазГУ. 1996. – №.3. – С. 148-155.
11. Левин В.Г. Устойчивое использование пастбищ – путь к экологической безопасности и экономическому росту // Экопроект. Общественный фонд поддержки крестьянских хозяйств «Фермер Казахстана» – Алматы, 2007.
12. Программа совместных экономических исследований Правительства Республики Казахстан и Всемирного Банка «Животноводство Казахстана – поддержка возрождения отрасли», 2004. // [http: siteresources worldbank.org/intkazakstaninrussian](http://siteresources.worldbank.org/intkazakstaninrussian).
13. Развитие животноводства // www.ninagri.kz.
14. Тореханов А.А., Алимаев И.И. Потенциальные возможности животных на пастбищах и эффективное использование кормовых ресурсов в условиях различных зон республики Казахстан (прошлое и настоящее) МСХ РК. Алматы, 2004. – 97 с.
15. Хусаинов Б.Д. Аналитическая работа «О тенденциях развития секторов и субъектов экономики Республики Казахстан и ее регионов». – Алматы: ЦЭКиА, 2005. – 22 с.

РГП «Казгидромет»

ҚОЙ ШАРУАШЫЛЫҒЫН КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ БЕЙІМДЕУ ШАРАЛАРЫ

Геогр. ғылымд. канд. С.С. Байшоланов
Геогр. ғылымд. канд. П.Ж. Кожаметов

Мақалада республика қой шаруашылығының әлеуметтік, экономикалық, табиғи және құқықтық аспектілері қарастырылған және де климаттың өзгеруі жағдайына қой шаруашылығын бейімдеу шаралары ұсынылған.

УДК 551.510.42

**О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН В 1 ПОЛУГОДИИ 2008 ГОДА**

П.К. Шингисова

Т.Г. Царева

Информация о состоянии окружающей среды подготовлена по результатам работ, проведенных на наблюдательной сети национальной гидрометеорологической службы Республики Казахстан.

Состояние воздушного бассейна

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха выполняются в наиболее крупных городах и промышленных центрах республики. Перечень подлежащих контролю загрязняющих веществ установлен с учетом объема и состава выбросов в атмосферу. Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (**ПДК**) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест [1, 5]. Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (**ИЗА**), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на **ПДК** значениями с учетом их класса опасности [4].

В 1 полугодии 2008 г. наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводились на 50 стационарных постах наблюдений (ПНЗ) в 21 населенном пункте республики: городах Актау, Актобе, Алмате, Астане, Атырау, Балхаше, Жезказгане, Караганде, Костанаве, Кызылорде, Риддере, Павлодаре, Петропавловске, Семее, Таразе, Темиртау, Уральске, Усть-Каменогорске, Шымкенте, Экибастузе и пос. Глубокое.

По данным наблюдений наибольший уровень загрязнения воздуха наблюдается в г. Алмате ($ИЗА_5 = 14,3$). К загрязненным городам ($ИЗА_5 \geq 5$) отнесено 11 городов, в том числе с высоким уровнем загрязнения воздуха ($ИЗА_5 \geq 7$) – 9 городов (Алматы, Шымкент, Астана, Темиртау, Актобе, Риддер, Усть-Каменогорск, Караганда, Тараз).

В 10 городах были отмечены средние концентрации пыли в пределах 1,1...4,9 ПДК (наибольшая средняя в г. Астане) и диоксида азота в пределах 1,3...2,7 ПДК (наибольшая средняя в г. Алмате). В 7 городах средние концентрации формальдегида превышали допустимые нормы и

находились в пределах 1,3...4,3 ПДК (наибольшие средние в г. Алматы и г. Шымкенте), в 4 городах фенола – в пределах 1,7...3,0 ПДК (наибольшая средняя в г. Темиртау). (табл. 1).

Максимально-разовые концентрации диоксида азота выше ПДК наблюдались в 18 городах в пределах 1,1...19,8 ПДК (наибольшая максимальная в г. Астане), пыли – в 13 городах в пределах 1,2...11,6 ПДК (наибольшая максимальная в г. Астане), оксида углерода – в 12 городах в пределах 1,2...4,8 ПДК (наибольшая максимальная в г. Таразе), фенола – в 7 городах в пределах 1,9...4,7 ПДК (наибольшая максимальная в г. Темиртау), диоксида серы в 5 городах в пределах 1,1...22,5 ПДК (наибольшая максимальная в г. Балхаше).

В 1 полугодии 2008 года наблюдалось 16 случаев высокого загрязнения (ВЗ): в г. Астане 14 случаев ВЗ воздуха диоксидом азота и в г. Балхаше 2 случая ВЗ воздуха диоксидом серы.

Таблица 1

Сведения о степени загрязнения атмосферного воздуха городов в целом по Республике Казахстан в 1 полугодии 2008 года

Примесь	Число городов	Кратность превышения ПДК средней концентрации		Число городов, где концентрации превышали ПДК	
		из средних	из максимальных	средние	максимальные
Пыль	21	1,2	2,6	10	13
Диоксид серы	21	0,6	1,6	3	5
Оксид углерода	20	0,5	1,7	0	12
Диоксид азота	21	1,2	3,1	10	18
Оксид азота	4	0,4	0,2	0	0
Аммиак	5	1,0	1,1	2	2
Сероводород	6		1,0		2
Фтористый водород	3	0,6	3,1	0	3
Серная кислота	2	0,3	0,1	0	0
Фенол	10	1,2	2,3	4	7
Формальдегид	8	2,7	0,9	7	3
Хлор	2	0,1	0,3	0	0
Хлористый водород	2	0,5	4,3	0	1
Мышьяк	3	0,2			

В 1 полугодии 2008 года в сравнении с 1 полугодием 2007 года в городах Актау, Караганда, Костанай, Павлодар, Петропавловск, Риддер, Тараз, Усть-Каменогорск, Экибастуз и пос. Глубокое уровень загрязнения атмосферного воздуха значительно не изменился, в городах Алматы,

Астана, Атырау, Жезказган, Темиртау, Уральск и Шымкент – возрос, в Актобе, Балхаше и Семей – снизился (табл. 2).

Таблица 2

Приоритетный список городов Республики Казахстан по уровню загрязнения атмосферного воздуха

Город	ИЗА ₅		Отрасли промышленности, оказывающие влияние на загрязнение воздуха
	1 полугодие		
	2007 г.	2008 г.	
Алматы	11,8	14,3	автотранспорт, энергетика
Шымкент	10,1	11,8	цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая
Астана	4,4	9,7	энергетика, автотранспорт
Темиртау	8,0	9,4	черная металлургия, химическая
Актобе	9,5	7,9	черная металлургия, химическая
Риддер	7,4	7,7	цветная металлургия, энергетика
Усть-Каменогорск	8,1	7,7	цветная металлургия, энергетика
Караганда	7,6	7,2	энергетика, угледобывающая, автотранспорт
Тараз	7,3	7,0	химическая
Жезказган	5,3	6,5	цветная металлургия, энергетика
Кызылорда		5,0	энергетика
Актау	4,3	4,3	химическая
Петропавловск	4,3	4,3	энергетика, приборостроение
Семей	4,9	4,1	энергетика, строительных материалов
пос. Глубокое	3,2	3,4	цветная металлургия
Костанай	2,8	3,1	энергетика
Балхаш	4,3	2,9	цветная металлургия
Атырау	1,7	2,7	нефтеперерабатывающая
Павлодар	2,3	2,0	нефтеперерабатывающая, энергетика
Уральск	0,7	1,9	энергетика
Экибастуз	1,2	1,2	энергетика, угледобывающая

Качество поверхностных вод

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает действующие гидропосты национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (**ПДК**) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного водопользования [3].

Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (**ИЗВ**), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод [2].

Данные мониторинга загрязнения поверхностных вод приведены по бассейнам рек Ертис (Восточно-Казахстанская и Павлодарская области), Урал и Эмба (Атырауская, Западно-Казахстанская и Актюбинская области) и устьевой части р. Волга (Атырауская область), Есиль (Акмолинская и Северо-Казахстанская области), Нура (Акмолинская и Карагандинская области), Тобол (Костанайская область), Иле (Алматинская область), Талас, Шу (Жамбылская область), Сырдарья (Южно-Казахстанская и Кызылординская области) и оз. Балкаш.

Из общего количества обследованных водных объектов к «чистым» отнесено 12 рек, 4 водохранилища, 6 озер и 1 канал. Наиболее представителен класс «умеренно-загрязненных» водных объектов – 33 реки, 7 водохранилищ, 1 озеро и 2 канала. Классу «загрязненных» водных объектов принадлежит 6 рек и 1 озеро. К классу «грязных» относится 2 реки Шерубайнура (Карагандинская), Ульби (ВКО) и вдхр. Кенгирское. К классу «очень грязных» водных объектов относится р. Красноярка (ВКО). К классу «чрезвычайно грязных» относится р. Кара-Кенгир (Карагандинская) (табл. 3).

В перечне основных загрязняющих веществ, превышающих значения ПДК, присутствуют 15 ингредиентов, из которых наиболее распространёнными являются медь, азот нитритный, сульфаты, нефтепродукты, железо общее и фенолы (табл. 4).

Экстремально высокое загрязнение (ЭВЗ) наблюдалось в 3 случаях на реках Красноярка (ВКО) и Кара-Кенгир (Карагандинская).

Высокое загрязнение (ВЗ) поверхностных вод на территории Казахстана было отмечено в 71 случае на 11 водных объектах: реках Ертис, Брекса, Ульби, Глубочанка, Красноярка (ВКО), Илек (Актюбинская), Келес (ЮКО), Нура, Шерубайнура и Кара-Кенгир (Карагандинская), оз. Бийликоль (Жамбылская).

Отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод по сравнению с 1 полугодием 2007 года.

Бассейн р. Ертис. Качество воды Ертис в пределах Восточно-Казахстанской области существенно не изменилось, на территории Павлодарской области – улучшилось.

Уровень загрязнённости воды в реках Оба, Эмель, Аягуз, Красноярка, Ульби, Брекса, Буктырма и водохранилищах Буктырма и Усть-Каменогорское значительно не изменился, в реках Тихая и Глубочанка – снизился.

Таблица 3

Состояние поверхностных вод по гидрохимическим показателям за 1 полугодие 2008 года

Классы и характеристика качества воды по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ)						
2 класс «чистая», 0,3...1,0	«чистая», ИЗВ	3 класс, «умеренно загрязненная», ИЗВ 1,1...2,5	4 класс, «загрязненная», ИЗВ 2,6...4,0	5 класс, «грязная», ИЗВ 4,1...6,0	6 класс, «очень грязная», ИЗВ 6,1...10,0	7 класс, «чрезвычайно грязная», ИЗВ > 10,1
рр. Ертис (Павлодарская), Шароновка, Кигач, Чаган, Урал, Алдыгайты, Илек (ЗКО), Есиль, Беттыбулак, Беркара, Катта-Бугунь, Бугунь, вдхр. Сергеевское, Вячеславское, Буктырма, Усть-Каменогорское, озера Копа, Бурабай, Улькен Шабакты, Улькен Алматы, Шортан, Шалкар, кан. Ертис-Караганда		рр. Ертис(ВКО), Оба, Буктырма, Эмель, Аягуз, Деркул, Утва, Тобол, Тогызак, Аят, Ак-Булак, Сары-Булак, Жабай, Нура, Иле, Шарын, Шилик, Турген, Текес, Коргас, Каркара, Каскелен, Иссык, Баянкол, Киши Алматы, Есентай, Улькен Алматы, Талас, Шу, Асса, Аксу, Сырдарья, Бадам, вдхр. Капшагай, Шардаринское, Каратомарское, Куртинское, Бартогай, Ташуткульское, Самаркандское, оз. Балкаш, каналы Кушум, Нура-Есиль	рр. Брекса, Глубочанка, Тихая, Илек (Актюбинская), Келес, Карабалты, оз. Бийликоль	рр. Ульби, Шерубайнура, вдхр. Кенгирское	р. Красноярка	р. Кара-Кенгир

Таблица.4

Перечень основных загрязняющих компонентов в поверхностных водах за 1 полугодие 2008 года

Ингредиент	Диапазон ПДК	Количество объектов	Река, водоем
Сульфаты	1,1...8,2	23	рр. Есиль, Кара-Кенгир, Нура, Ак-Булак, Сары-Булак, Жабай, Шарын, Каркара, Бадам, Келес, Сырдарья, Тобол, Тогызак, Аят, Аксу, Карабалта, водохранилища Шардаринское, Самаркандское, Кенгирское, Вячеславское, озера Копа, Улькен Шабакты, кан. Нура-Есиль
Азот аммонийный	1,1...10,4	12	рр. Нура (Карагандинская), Шерубайнура, Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка, Эмель, Аягуз, Тобол, Тогызак, Асса

Ингредиент	Диапазон ПДК	Количество объектов	Река, водоем
Азот нитритный	1,2...12,2	18	рр. Буктырма, Брекса, Тихая, Нура (Карагандинская), Сары-Булак, Жабай, Тургень, Есентай, Утва, Урал, Деркул, Шерубайнура, Кара-Кенгир, Келес, Бадам, Сырдарья
Бор	18,24	1	р. Илек (Актюбинская)
Медь	1,4...24,0	49	рр. Ертис, Буктырма, Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка, Оба, Тобол, Тогызак, Аят, Нура (Карагандинская), Кара-Кенгир, Шерубайнура, Киши Алматы, Есентай, Улькен Алматы, Талас, Шу, Асса, Аксу, Карабалта, Беркара, Иле, Шарын, Шилик, Тургень, Текес, Коргас, Каркара, Каскелен, Иссык, Баянкол, Келес, Бадам, Сырдарья, водохранилища Капшагай, Куртинское, Бартогай, Ташуткульское, Буктырма, Усть-Каменогорское, Каратомарское, Самаркандское, Кенгирское, Шардаринское, озера Бийликоль, Балкаш, кан. Ертис-Караганда

Цинк	1,4...43,2	9	рр. Ертис (ВКО), Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка, Шерубайнура, вдхр Самаркандское, оз. Балкаш
Хром (6+)	1,2...5,0	13	рр. Илек, Чаган, Иле, Шарын, Шилик, Каркара, Иссык, Улькен Алматы, Есентай, Киши Алматы, вдхр. Куртинское, Бартогай, оз. Шалкар
Фториды	1,1...1,7	5	рр. Каскелен, Киши Алматы, вдхр. Куртинское, оз. Бийликоль, Улькен Алматы
Фенолы	1,3...3,0	13	рр. Талас, Шу, Аксу, Карабалта, Урал, Чаган, Деркул, Утва, Илек (ЗКО), вдхр. Ташиткульское, оз. Шалкар, кан. Кушум, Ертис-Караганда
Железо общее	1,2...3,9	9	рр. Ертис, Буктырма, Брекса, Тихая, Ульби, Иле, Каркара, Улькен Алматы, Сырдарья (Кызылординская)
Нефтепродукты	2,6...27,6	3	рр. Нура (Карагандинская), Кара-Кенгир, вдхр. Кенгирское
Магний	1,1...2,2	4	рр. Эмель, Сырдарья, Келес, Бадам
БПК ₅	1,2...7,6	3	р. Шу, вдхр. Каратомарское, оз. Бийликоль
Марганец	1,3-3,8	5	рр. Тихая, Оба, Ульби, Глубочанка, Красноярка
Кадмий	1,8	1	р. Брекса

Бассейн рек Урал, Эмба и устьевая часть р. Волги. Качество воды р. Урал в пределах Западно-Казахстанской области значительно не изменилось, на территории Атырауской области – улучшилось.

Состояние качества воды рек Чаган и Шароновка существенно не изменилось, р. Кигач – улучшилось, рек Деркул и Утва – ухудшилось.

Загрязненность поверхностных вод р. Илек на территории ЗКО не изменилась, в пределах Актыобинской области – снизилась.

Бассейн р. Тобол. Качество воды в реках Тобол, Тогызак и Аят осталось на прежнем уровне, в вдхр. Каратомарское – ухудшилось.

Бассейн р. Есиль. Качество воды р. Есиль на территории Акмолинской области значительно не изменилось, а в пределах Северо-Казахстанской области – улучшилось.

Уровень загрязнения р. Сары-Булак, озер Копя, Бурабай, Шортан, Улькен Шабакты и вдхр. Вячеславское значительно не изменился.

Состояние загрязненности рек Ак-Булак и Жабай ухудшилось, вдхр. Сергеевское – улучшилось.

Бассейн р. Нуры. Уровень загрязнения р. Нуры (Акмолинская и Карагандинская) и вдхр. Кенгирское значительно не изменился. Качество воды рек Кара-Кенгир и Шерубайнура ухудшилось, вдхр. Самаркандское – улучшилось.

Озеро Балкаш. Качество воды оз. Балкаш не изменилось.

Бассейн р. Иле. Уровень загрязненности воды рек Иле, Шилик, Турген, Текес, Коргас, Каркара, Иссык, Улькен Алматы, Есентай, Киши Алматы, вдхр. Капшагай и оз. Улькен Алматы значительно не изменился. Наблюдалось улучшение качества воды в реках Шарын, Каскелен, Баянкол и водохранилищах Куртинское и Бартогай.

Бассейн рек Талас и Шу. Уровень загрязненности рек Талас, Асса, Аксу, оз. Бийликоль и вдхр. Ташуткульское значительно не изменился. Качество воды р. Шу улучшилось.

Бассейн р. Сырдарья. Уровень загрязненности рек Сырдарья (ЮКО и Кызылординская), Бадам, Бугунь, Ката-Бугунь и вдхр. Шардаринское значительно не изменился, р. Келес – возрос.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.6.696-98. РК 3.02.037.99. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М.: Минздрав России, 1998. – С. 70-201.
2. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госком по гидрометеорологии. – М., 1988. – 10 с.
3. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – Роскомрыболовство, 1993.
4. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. – М., 1991. – С. 383-425.
5. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы: «Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху», 18.08.2004 г., №629, 175 с.
6. Санитарно-эпидемиологические требования по охране поверхностных вод от загрязнения. СанПиН 3.02.003-04. Министерство здравоохранения РК, Алматы, 2004.

ЦЭООС Республики Казахстан, г. Алматы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫНЫҢ 2008 ЖЫЛЫНДАҒЫ ЖАҒДАЙЫ

П.К. Шингисова
Т.Г. Царева

Қоршаған ортаның ақпараты "Қазгидромет" РМК ұлттық гидрометеорологиялық қызметтің бақылау орындарында қоршаған ортаның экологиялық мониторингін жүргізу жөніндегі арнаулы бөлімшелерінің негізінде дайындалды.

УДК 628.1.033:658.562

**К ВОПРОСУ О ПЕРЕХОДЕ К ЕВРОПЕЙСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
КАЧЕСТВА ВОД РЕК И О МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

Доктор техн. наук М.Ж. Бурлибаев
Канд. техн. наук А.А. Джумагулов
 Д.М. Бурлибаева

В работе изложены пути решения вопросов методологии установления и преобразования стандартов качества природных вод в соответствии с европейской классификацией водных объектов и методикой определения качества экологического состояния рек. Выполнен анализ нормативных документов в области управления качеством вод объектов, приведены требования нормативных документов, подробно описаны достоинства и недостатки механизма нормирования качества вод.

В Республике Казахстан концептуальные подходы управления качеством вод остались неизменными со времен Советского Союза, и основаны они на санитарном нормировании, которое требовало соблюдения предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воде водных объектов [1].

Согласно республиканскому нормативному документу [2] нормы качества поверхностных вод включают:

- общие требования к составу и свойствам поверхностных вод для различных видов водопользования;
- перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд населения;
- перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях.

Для получения разрешения на сброс загрязняющих веществ (эмиссий) со сточными водами в водные объекты выполняется и в надлежащем порядке согласуется проект предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты. При этом нормирование качества состоит в установлении совокупности допустимых значений показателей

состава и свойств воды водных объектов, в пределах которых надежно обеспечивается здоровье населения, необходимые условия водопользования и благополучное состояние водного объекта.

Устанавливаемые стандарты для сброса сточных вод должны обеспечивать нормативы качества воды (ПДК) в контрольных створах этого объекта, расположенных ниже соответствующих сбросов сточных вод. При этом предельно-допустимые сбросы (ПДС) до настоящего времени рассчитываются на основе ПДК и не учитывают экологические возможности самоочищения водных бассейнов [3]. ПДС загрязняющих веществ устанавливаются на основе качества окружающей среды, исходя из предположения, что они не приведут к превышению стандартов качества окружающей среды (ПДК) в контрольном створе.

В качестве моделей расчета нормативов предельно допустимого сброса сточных вод используются модели расчета процессов смешения и разбавления сточных вод в водных объектах. При этом задача расчета заключается в определении параметров сброса сточных вод, при которых в контрольном створе будет сохранено требуемое качество воды по контролируемым загрязняющим веществам.

Подход, основанный на ПДК, предполагает достаточно полное изучение характера экологического воздействия и требует наличие достаточной информации для его оценки. Применение данного подхода позволяет загрязнителям воспользоваться отсутствием или недостаточностью сведений о состоянии или воздействии на окружающую среду. Кроме того, концентрация на природоохранных требованиях в этом подходе не создает стимулов к технологическим инновациям.

Одним из существенных недостатков используемой системы ПДС является то, что практически не учитываются региональные (естественные) условия формирования химического состава поверхностных вод. Кроме того, не всегда учитывается процесс естественного самоочищения вод от поступающих примесей. Хотя в литературе имеются данные о коэффициентах скорости самоочищения природной воды от загрязняющих веществ, полученные на моделях водоемов в лабораторных условиях [4, 5]. Однако их использование для установления нормативов сброса загрязняющих веществ, как правило, не практикуется. В связи с этим, по многим загрязняющим веществам научно обоснованное согласование стандартов качества воды водного объекта и сточных вод оказывается невыполнимым, и предприятия получают разрешение на завышенный или заниженный

норматив сброса сточных вод. При этом цели осуществления планируемых водоохранных мероприятий и требования к их эффективности остаются весьма условными.

Основным условием решения вопросов является наличие единой методологии установления и преобразования стандартов качества природных вод в соответствии с европейской классификацией водных объектов и методик определения высокого, хорошего и среднего качества экологического состояния рек. В связи с этим, необходимо выработать методологию установления обоснованных стандартов качества вод природных водных объектов и вариантов поэтапного преобразования этих документов в стандарты сбросов (условия представления лицензий на сбросы), которые будут в нужной степени эффективны и реально выполнимы.

Существующий механизм нормирования качества вод в Казахстане не учитывает состояние экосистем водных объектов и их реакцию на антропогенное воздействие. Он недостаточно эффективен, как инструмент по управлению качеством вод, ограничивает возможности региональных органов власти и предприятий в разработке и выполнении реальных, экологически и экономически оправданных мероприятий по охране и улучшению качества вод, устойчивого обеспечения потребностей населения, отраслей промышленности, сельского хозяйства, энергетики и т.д.

Недостатками существующей системы нормирования и требований к качеству вод являются:

- недостаточная системность законодательной базы и подзаконных актов в области нормирования качества вод;
- наличие в перечнях ПДК наименований смесей и веществ, которые в принципе не могут быть определены аналитическими методами;
- отсутствие практики дифференцированного подхода к нормированию содержания веществ природного происхождения в водных объектах различных физико-географических регионов (региональные или бассейновые нормы);
- практическое отсутствие связи нормирования сброса загрязняющих веществ с реальными экономическими и технологическими возможностями по их выполнению;
- недостаточно обоснованные нормативы сброса загрязняющих веществ в водные объекты как следствие несовершенства системы стандартов и существующих методик расчета предельно допустимых сбросов (ПДС);

- отсутствие системы комплексного токсикологического контроля качества сточных вод;
- ведомственная разобщенность при установлении, применении и контроле нормируемых показателей качества вод;
- тенденция к расширению перечней химических показателей и, соответственно, удорожанию контроля для более полной оценки загрязнения в соответствии с принятой системой платежей.
- отсутствие разработок единого межгосударственного перечня нормируемых вредных веществ в водных трансграничных средах и региональных перечней приоритетных загрязняющих веществ;
- отсутствие информационного обмена базами данных между трансграничными государствами;
- системы поддержки принятия решений, как правило, не используются в процессе нормирования и контроля;
- отсутствие приоритетной системы оперативного прогнозирования и ликвидации последствий аварий, связанных с загрязнением водных объектов.

Несбалансированность антропогенной нагрузки на водные объекты приводит к ухудшению качества воды, в связи с этим экологическое состояние многих рек становится неблагоприятным, поэтому необходимо пересмотреть нормативы качества водных ресурсов, так как система предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ и существующие методики ПДС не учитывают экологические возможности водных объектов.

Используемые в Казахстане методы и модели для нормирования сброса сточных вод в водные объекты имеют следующие недостатки:

1. Для всех рек независимо от их водности и протяженности используются методы расчета концентраций загрязняющих веществ, учитывающие возможное неполное смешение сточных и речных вод в контрольном створе. Для этого приходится использовать достаточно сложные математические модели, требующие информацию по морфометрии речного потока. В то же время гидрологическая изученность малых и средних рек в большинстве случаев недостаточна для выполнения с требуемой точностью расчетов смешения и разбавления сточных вод.

2. Методика расчета фоновых концентраций загрязняющих веществ в створах рек, выше интересуемых сбросов сточных вод ориентирована на информацию, получаемую в Казгидромете, который контролирует

качество воды. В то же время в большинстве случаев расчет нормативов сброса сточных вод выполняется на основе информации, получаемой самими предприятиями в приемнике (водоеме) сточных вод в рамках производственного мониторинга.

3. Для РК согласно нормативным документам установлены строгие нормативы (стандарты) качества природных вод для растворенных загрязняющих веществ, однако достаточно обоснованное их использование не всегда возможно по следующим причинам:

- для сточных вод рекомендовано использовать ряд методов химического анализа, для которых берутся нефилтрованные пробы воды, в результате таких наблюдений могут быть получены только данные о валовом содержании загрязняющего вещества;

- способы достаточно обоснованного определения и утверждения региональных нормативов качества вод, к сожалению, пока не разработаны;

- чувствительность некоторых методов химического анализа проб воды, рекомендованных к использованию в лабораториях, к сожалению, близка к уровню ПДК, в связи с этим при небольшом числе исходных данных может быть высока ошибка осреднения представляемых дискретных данных для расчета нормативов сброса сточных вод.

4. Несмотря на наличие рекомендованных методов наблюдения за самоочищающей способностью речных вод в РК, службы мониторинга поверхностных вод не проводят таких наблюдений. В связи с этим на должном уровне не осуществляется бассейновый принцип нормирования сброса сточных вод. Изучение опыта других стран ЕС в использовании самоочищающей способности речных вод для нормирования сброса сточных вод было бы весьма полезным для прогресса в этом вопросе.

5. Расчетный минимальный среднемесячный расход воды 95 % обеспеченности на небольших реках страны может наблюдаться каждый год, а в отдельные годы до 30 и более дней подряд. Информация о текущих расходах в водных объектах в связи с ведомственной разобщенностью труднодоступна или отсутствует. По этим и другим причинам указания, изложенные в Правилах охраны поверхностных вод от загрязнения Республики Казахстан РНД 1.01.03-94, практически не реализуются. Для таких ситуаций, скорее всего, целесообразно разрабатывать и использовать дополнительные нормативы сброса сточных вод, ориентированные на расходы воды с более высокой обеспеченностью.

6. В настоящее время также отсутствует научно обоснованная методика по нормированию экологического стока ниже водохранилищ и крупных гидротехнических сооружений, что приводит к дальнейшему использованию в водоохраных мероприятиях так называемых минимально необходимых расходов воды (или санитарные попуски), которые с точки зрения сохранения речных (озерных) экосистем ничего ценного с собой не представляют.

Современный подход к водопользованию требует не только удовлетворения потребностей в количестве и качестве воды, но и сохранение экосистем путем соблюдения их потребностей в воде и соответствующего поддержания экологически оптимального речного стока, причем потребностям экосистем отдается приоритет. Удовлетворение экологических потребностей обеспечивает способность рек к самоочищению, и должно рассматриваться как приоритетная задача национальной водной политики, направленной на достижение безопасности природной среды.

Нормативы качества водных ресурсов в системе государств ЕС позволяют достаточно обоснованно нормировать и контролировать качество природных вод по содержанию в них загрязняющих веществ, как в растворенной форме, так и в виде валового количества вещества (по данным химического анализа в нефилтрованных пробах воды). Здесь важно отметить, что количественные данные о содержании загрязняющих веществ в речных водах (кроме главных ионов), полученные в растворенной форме и в виде валового количества, как правило, не имеют достоверной статистической связи между собой.

При расчете лимитов на сбросы в контролируемые водные объекты, сначала должны быть перечислены приемлемые целевые показатели качества вод (ЦПКВ) или стандарты экологического качества (СЭК).

Основной перечень ЦПКВ и СЭК необходимые для удовлетворения требований стандартов ЕС указаны в документах и директивах ЕС о воде и водной политике [6-9].

В странах Европы для расчета концентраций сбросов используются математические модели качества вод. Лицензии на сбросы менее строги, чем стандарты качества природных вод.

Методы расчета концентраций загрязняющих веществ в фоновых створах (створах выше сброса сточных вод), а также установления предельно допустимых уровней концентраций этих веществ в сточных водах направлены на гарантированное обеспечение сохранения качества воды в

реках. Кроме того, в случае слабой чувствительности используемого метода химического анализа загрязняющего вещества по сравнению с колебаниями содержания этого вещества в природной воде, предусмотрена возможность восстановления всей кривой распределения значений вещества в интересующем створе наблюдения водного объекта. В результате этой процедуры по измеренным и восстановленным данным можно получить информацию о статистически обоснованном интервале варьирования концентраций вещества в водном объекте и использовать его при нормировании сброса сточных вод. Для малых рек, в отличие от нашей методики при установлении лимитов на сброс сточных вод не требуется вести расчеты степени смешения речных и сточных вод.

Учитывая вышеизложенное, хотели бы подчеркнуть, что нами, как первый шаг по гармонизации природоохранного законодательства РК и ЕС разработан «Сборник нормативно-методических документов по разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий на поверхностные водные объекты». Причем этот документ утвержден Комитетом по водным ресурсам МСХ РК за № 45 от 03.03. 2006 г. и согласован Министерством охраны окружающей среды РК [10].

Данный сборник является базовым в серии новых документов в области экологического нормирования водопользования, разрабатываемых в формате реформирования природоохранного законодательства РК в связи с интеграцией Казахстана в ЕС и вступлением в ВТО, а также в соответствии со ст. 84 Водного Кодекса РК и Постановления Правительства Республики Казахстан № 50 от 19 января 2004 г. «Об утверждении Правил разработки и утверждения нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты».

Таким образом, переход к классификатору водных объектов с учетом их экологического состояния, принятому в странах ЕС, и методике определения экологического состояния рек в рамках Национального плана [11] обеспечит не только единую методологию классификации водных объектов и методику определения экологического состояния рек, но и обеспечит гарантированное сохранение качества воды в реках РК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж., Кайдарова Р.К. и др. Сборник нормативно-методических документов по разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий на поверхностные водные объекты. – Астана – Алматы: Комитет по водным ресурсам МСХ РК, 2007. – 76 с.

2. Методика расчета предельно-допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты Республики Казахстан со сточными водами, утверждена приказом МООС № 61-П от 24.02.2004 г. – Астана, 2004. – 38 с.
3. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 174 с.
4. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Минрыбхоз СССР. – М.: 1990. – 43 с.
5. Постановление Правительства РК от 11 октября 2006 года № 978, О подписании Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Программой Развития Организации Объединенных Наций по проекту «Национальный план по интегрированному управлению водными ресурсами и водосбережению для Республики Казахстан». – Астана, 2006. – 1 с.
6. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения Республики Казахстан. РНД 1.01.03-94. – Алматы, 1994. – 21 с.
7. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. – М.: Стройиздат, 1981. С. 32-40.
8. Consultation on the implementation of the revised Bathing Water Directive. Bathing Water Quality, November 2007. – 55 p.
9. DIRECTIVE 98/83/EC the quality of water intended for human consumption // Official Journal of the European Union. THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 05.12.1998. – 23 p.
10. DIRECTIVE 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 22.12.2000. – 72 p.
11. DIRECTIVE 2006/11/EC on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community // Official Journal of the European Union. THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 04.03.2006. – 8 p.

Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы

**ӨЗЕН СУЛАРЫ САПАСЫН ЕУРОПАЛЫҚ ЖІТКЕУГЕ КӨШУ
ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН АНЫҚТАУДЫҢ
ӘДІСТЕМЕЛІК МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӨНІНДЕ**

Техн. ғылымд. док.

М.Ж. Бүрлібаев

Техн. ғылымд. канд.

А.А. Жұмағұлов

Д.М. Бүрлібаева

Жұмыста су нысандарын еуропалық жіктеу мен өзендердің экологиялық жағдайының сапасын анықтау әдістемесіне сәйкес табиғи су сапасының стандарттарын бекіту және өзгерту әдістемелік мәселелерін шешу жолдары сипатталады. Су нысандарының сапасын басқару саласындағы нормативті құжаттарға талдау жасалып, су сапасын нормалау механизмінің артықшылықтары мен кемшіліктері нақты сипатталады.

УДК 631.582

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОМЫВОК НА СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ ПОД КУЛЬТУРЫ ХЛОПКОВОГО СЕВОБОРОТА

Канд. с.-хоз. наук М.Ж. Аширбеков

Определена эффективность рассоления почв после осенне-зимних промывок хлопковых полей. Вымыв солей одним кубическим метром промывной воды из метрового слоя почвы по вариантам опыта в среднем за годы исследований составил 2,03...5,39 кг плотного остатка и 0,49...0,88 кг хлор-иона, а из трехметрового слоя – 4,73...10,50 и 0,74...1,47 кг соответственно.

При относительно неглубоком залегании минерализованных грунтовых вод и возделывания хлопчатника на монокультуре, солевой баланс часто является не благоприятным. Для ликвидации процессов, ведущих к вторичному засолению почв, необходимо изменить их водно-солевой режим и баланс грунтовых вод. Существенное улучшение в этом случае достигается проведением ежегодных эксплуатационных промывок.

И.К. Кисилева и Э.А. Лифшиц отмечают, что на солончаках, которые невозможно промыть до требуемого предела, целесообразно возделывать подсолнечник и сорго с целью дальнейшего опреснения почв [1]. На засоленных гипсоносных почвах Голодной степи, как указывают А.Н. Морозов и Г.Г. Решетов, закрепление эффекта промывок и последующее рассоление в вегетационный период происходит активно при возделывании кукурузы, сорго и подсолнечника [2].

С целью дальнейшего рассоления и повышения плодородия гипсоносных почв после капитальных промывок А.В. Шуравилин рекомендует в первый и второй годы освоения выявить культуры-освоители на фоне влагозарядково-промывного полива и соблюдать промывной режим орошения [3]. Как сказано выше наиболее продуктивными оказались подсолнечник, сорго и кукуруза. Это обеспечивало повышение урожая хлопксырца на 5...7 ц/га в сравнении с вариантом, где хлопчатник возделывался сразу же после промывки.

Изучение эксплуатационной промывки почвы на различных схемах хлопковых севооборотов проводилось в многолетнем комплексном стационарном опыте на сероземно-луговых почвах староорошаемой зоны Казахской

части Голодной степи (НИИ хлопководства МСХ РК). Глубина залегания среднеминерализованных ($4...5$ г/дм³) грунтовых вод – $2,5...3,5$ м. Почвы опытного участка по механическому составу среднесуглинистые.

В вегетационный период использовался режим орошения хлопчатника по схемам 1:1:1 и 0:2:1, при поливной норме $800...900$ м³/га и при оросительной норме $2600...2700$ м³/га. Промывка проводилась ежегодно речной водой нормой $3000...4000$ м³/га значительно превышающей дефицит влаги в почве, и тем самым обеспечивающей независимо от исходного содержания, опреснение почвы до нужного предела. При этом к весне предполагалось нивелирование солей в активном слое почвы и по вариантам опыта иметь близкие между собой величины. Полученные данные показали, что вымыв солей был неодинаков, и изменялся в зависимости от их исходного содержания.

После эксплуатационной промывки почва из слабозасоленной (по плотному остатку и хлор-иону) перешла по хлор-иону в практически незасоленную. Однако по плотному остатку почва оставалась в категории слабозасоленной, но с меньшим содержанием солей.

Следует отметить, что при поливах по дефициту влаги в почве накапливается значительно больше солей, чем при поливах нормой, превышающей дефицит в 1,5 раза. В таких случаях эксплуатационная промывка не всегда опресняет метровый слой почвы по хлор-иону до требуемого предела (ниже 0,010 % от массы) и на начало вегетации остается в пределах слабого засоления. Слой почвы 0...300 см по количеству солей остается слабозасоленным как до промывки, так и после ее проведения.

Анализ материалов по влиянию промывки на солевой режим почвы показал на высокую эффективность эксплуатационной промывки. Было доказано, что эксплуатационная промывка речной водой нормой $3000...4000$ м³/га обеспечивает стабильный солевой режим как активного слоя почвы (0...100 см), так и верхнего слоя аэрации (0...300 см).

Характер динамики солевого режима почвы изменялся как при промывке почвы, так и в результате вегетационных поливов. В зависимости от исходного содержания солей перед промывкой, вымыв солей из почвы был неодинаков. Данные таблицы показывают, что вымыв солей одним кубическим метром промывной воды из метрового слоя почвы по вариантам опыта в среднем за годы исследований составил $2,03...5,39$ кг плотного остатка и $0,49...0,88$ кг хлор-иона, а из трехметрового слоя – $4,73...10,50$ и $0,74...1,47$ кг соответственно.

Таблица

Изменение содержания солей в почве в результате эксплуатационной промывки речной водой при возделывании хлопчатника на монокультуре и в севообороте

Вариант опыта	До промывки, %		После промывки, %		Вымыто солей, %	
	плотный остаток	хлор-ион	плотный остаток	хлор-ион	плотный остаток	хлор-ион
Слой почвы 0...100 см						
Монокультура хлопчатника без удобрений	0,424	0,033	0,332	0,007	21,7	78,8
Монокультура хлопчатника удобряемая	0,406	0,029	0,326	0,006	19,7	79,3
3:7 без удобрений	0,364	0,017	0,320	0,008	12,1	52,9
3:7 удобряемая	0,362	0,015	0,305	0,006	15,7	60,0
2:4 1:3 удобряемая	0,366	0,020	0,310	0,006	15,3	70,0
3:4:1:2 удобряемая	0,385	0,018	0,294	0,005	23,6	72,2
3:3 удобряемая	0,378	0,011	0,323	0,006	14,6	45,5
Слой почвы 0...300 см						
Монокультура хлопчатника без удобрений	0,455	0,033	0,398	0,015	12,5	54,5
Монокультура хлопчатника удобряемая	0,446	0,030	0,395	0,014	11,4	53,3
3:7 без удобрений	0,390	0,017	0,340	0,013	12,8	23,5
3:7 удобряемая	0,392	0,016	0,338	0,012	13,8	25,0
2:4:1:3 удобряемая	0,398	0,018	0,335	0,012	15,8	33,3
3:4:1:2 удобряемая	0,415	0,015	0,325	0,006	21,7	60,0
3:3 удобряемая	0,412	0,010	0,332	0,008	19,4	20,0

На большей части орошаемой территории Голодной степи развиты почвы гидроморфного ряда, преимущественно сероземно-луговые, слабо- и среднезасоленные. Поэтому здесь необходимо осуществление комплекса специфических агротехнических и мелиоративных мероприятий, а точнее эксплуатационная промывка по устранению отрицательного действия засоленности почв на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кисилева И.К., Лифшиц Э.А. Система мелиоративных (опытных) станции СоюзНИХИ. // В кн. Проблемы мелиорации земель Республик Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата, 1970. – С. 105-112.
2. Морозов А.Н., Решетов Г.Г. Основные положения по освоению засоленных земель при орошении. // В кн. Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. – Ташкент: Средазгипроводхлопок, 1989. – С. 213-255.
3. Шуравилин А.В. Регулирование водно-солевого режима почв Голодной степи. – М.: РУДН, 1989. – С. 175-187.

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы

ПАЙДАЛАНЫЛҒАННАН КЕЙІНГІ ШАЮДЫҢ МАҚТА АУЫСПАЛЫ ЕГІС ДАҚЫЛДАРЫ ТОПЫРАҒЫНЫҢ ТҰЗДЫЛЫҚ РЕЖІМІНЕ ӘСЕРІ

Ауыл.-шар. ғылымд. канд. М.Ж. Әшірбеков

Мақта алқаптарын күзгі-қысқы шаюдан кейінгі топырақтың тұщылану тиімділігі анықталды. Орташа жылдық зерттеулердің тәжірибелдік нұсқалары бойынша бір шаршы метр шаятын сумен бір метрлік топырақтан шығатын тұздар 2,03...5,39 кг тығыз қалдық және 0,49...0,88 кг хлор-ион, ал үш метрлік қабаттан 4,73...10,50 кг тығыз қабат және 0,74...1,47 кг хлор – ион шығады.

УДК 551.324

**ВОДОЛЕДОВЫЙ СЕЛЬ НА РЕКЕ БАЯНКОЛ
В ДЕКАБРЕ 2007 ГОДА**

В.В. Жданов

Приведены краткие сведения о водоледовом потоке, прошедшем на р. Баянкол в декабре 2007 г. Проанализированы причины формирования этого явления.

28 декабря 2007 г. на р. Баянкол в районе пограничной заставы «Баянкол» отмечалось прохождение водоледового потока, в результате чего был поврежден деревянный мост. Потокком было выбито несколько бревен из опоры моста (рис. 1). По словам наблюдателей гидропоста Баянкол, поток состоял из смеси воды и льда. Около моста высота ледовых образований достигала метра, хотя на гидропосту в это время отмечался подъем уровня воды только на 16 см и было отмечено явление: забереги, ледяные мосты, внутриводный и донный лед.



Рис. 1. Опора моста, поврежденная водоледовым селем.

По словам местных жителей, подобное явление на р. Баянкол наблюдалось неоднократно. Несколько лет назад был разрушен старый деревянный мост (рис. 2). Значительных разрушений и жертв потоки не вызывали из-за малонаселенности территории. В этом ущелье расположена только погранзастава и гидропост. Все строения находятся на значительном расстоянии от реки. По характеру движения и причиненным раз-

рушениям поток напоминает водоледовые сели, произошедшие на реках Кишы Алматы в 1987 г. и Узункаргалы в 2006 г. [3, 4].



Рис. 2. Старый деревянный мост, разрушенный несколько лет назад водоледовым селем.

Ход гидрометеорологических характеристик на гидропосту Баянкол в период предшествующий прохождению водоледового селя приведен на рис. 3. Данные взяты за срок 8:00.

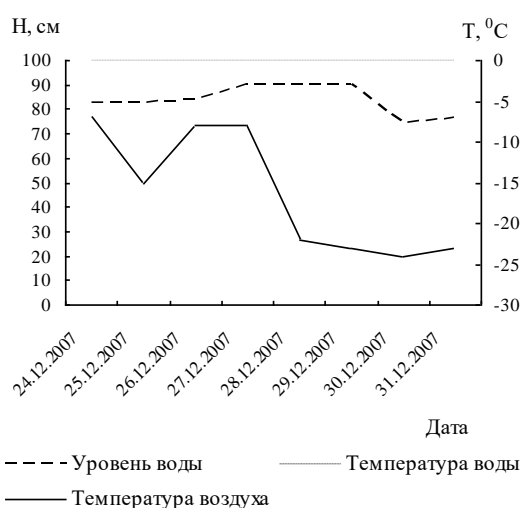


Рис. 3. Гидрометеорологические характеристики до и после водоледового явления.

Причина формирования водоледового селя идентична таковому, произошедшему в 2006 г. [1, 2]. Похолодание на юго-востоке Казахстана в конце декабря, вызванное ультраполярным вторжением, привело к обра-

зованию ступенеобразных ледовых конструкций, разрушение которых привело к формированию водоледового селя. На гидропосту г. Алматы (Дамба) на р. Кишы Алматы рост уровня воды составил 108 см, а температура воздуха опустилась до $-21,2$ °С.

Циклон, сформировавшийся 24 декабря 2007 г. над Северным Уралом способствовал проникновению холодного полярного воздуха далеко на юг. Антициклон вторжения, установившийся над большей частью Казахстана 25 декабря (рис. 4), вызвал интенсивное похолодание в Алматинской области. Заток воздуха из районов Карского и Баренцева морей происходил по ультраполярной траектории. Ультраполярные вторжения всегда отличаются большой продолжительностью (около недели).

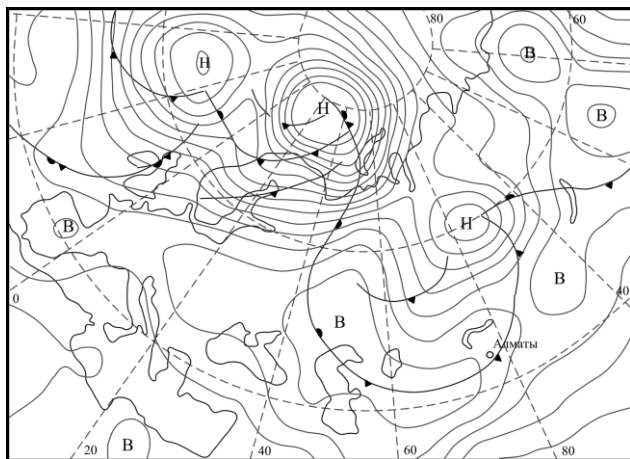


Рис. 4. Синоптическая приземная карта 25 декабря 2007 г.

Анализируя произошедший случай можно сделать краткие выводы:

1. Водоледовые сели имеет широкое распространение на реках Алматинской области. В отдаленных малонаселенных районах ущерб от них невелик. Внимание на него обращают лишь в случае человеческих жертв, как было в январе 2006 г.
2. Резкие длительные похолодания на юго-востоке Казахстана, вызванные ультраполярными вторжениями, приводят к повсеместному интенсивному росту ледовых образований на горных реках.
3. Наблюдатели гидрологических постов не знают об опасности водоледовых образований. Для проведения мониторинга водоледовых селей необходимо разработать инструкцию по наблюдению за условиями формирования водоледовых образований, предшествующих водоледовым селям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданов В.В. Зависимость роста ледовых образований от погодных условий на реках северного склона Илейского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2007. – № 3. – С. 79-84.
2. Жданов В.В. Гидрометеорологические условия зимнего периода на северном склоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 4. – С. 102-107.
3. Мочалов В.П., Шевырталов Е.П. Краткие сведения о паводке на р. Малая Алматинка 28 ноября 1987 г. // Селевые потоки. – М.: Гидрометеороиздат, 1989. – № 11. – С. 76-78.
4. Яфязова Р.К. О катастрофических явлениях на горных реках в зимний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 4. – С. 114-124.

Казгидромет, г. Алматы»

2007 ЖЫЛ ЖЕЛТОҚСАНДАҒЫ БАЙЫНКӨЛ ӨЗЕН СУЛЫ МҰЗДЫ СЕЛ

В.В. Жданов

2007 жыл желтоқсандағы Байынкөл өзен болған сулы мұзды ағыс туралы қысқаша мәлімдеме келтірілген. Осы құбылыстың қалыптасу себебіне бақылау жүргізілген.

УДК 614.777:628:315

**К ВОПРОСУ О ПОДБОРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
ОЧИСТКИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. АЛМАТЫ**

Канд. техн. наук Ж.М. Жаппарова

В статье предложена технологическая схема очистки фильтрационной воды полигона захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) города Алматы.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева участвует в научно-исследовательском проекте НИСМИСТ, направленном на оценку рисков и разработку корректировочных рекомендаций по утилизации отходов, расположенных в сейсмоопасных регионах СНГ. Страны, включенные в данный 36-месячный проект: Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан и Туркменистан. Полный консорциум проекта также включает партнеров из Германии, Франции и Российской Федерации с координацией из Австрии. Научные и технологические цели проекта:

- Разработка базы данных в ГИС и каталога классификации свалочных полигонов, расположенных в странах-участницах СНГ.
- Динамический анализ сейсмической опасности свалочных полигонов для исследования механических и гидрологических свойств отходов, разработки конструктивной модели поведения отходов и трехмерного цифрового моделирования сейсмической опасности полигонов.
- Анализ потенциала эмиссии свалочного полигона с использованием реакторов моделирования полигона (РМП) в климатических лабораториях.
- Анализ риска загрязнения от свалочных полигонов для исследования потенциального экологического и связанного с этим социально-экономического воздействия выхода, перевозки, растворения и распада загрязняющих веществ.
- Выработки рекомендаций по уменьшению риска от существующих свалочных полигонов и руководство по отбору участков и проектированию будущих свалочных полигонов.

В целях реализации проекта в Казахском национальном техническом университете им. К.И. Сатпаева было проведено исследование состояния фильтрационных вод «Горполигона ТБО» г. Алматы, расположенного в Карасайском районе Алматинской области. При анализе применялись

160

соответствующие методики, внесенные в реестр Республики Казахстан [1...4]. Определение тяжелых металлов проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре «АAnalyst 400» фирмы PerkinElmer (США). В результате анализа фильтрационных вод было установлено, что фильтрат образуется в значительном объеме и имеет место превышение соответствующих нормативов ПДК по многим параметрам для воды культурно-бытового водопользования. Превышение ПДК составило:

- аммоний солевой в 7,7 раза;
- ХПК в 20,8 раз;
- нитрат-ионы в 1,24 раза;
- кадмий в 26 раз;
- медь в 19 раз;
- мышьяк в 19,2 раза;
- ртуть в 1,6 раза;
- цинк в 12,52 раза.

Отбор проб проводился в разное время года для определения сезонных изменений, в самый холодный месяц – январь и самый жаркий период – конец июня, начало июля. Было установлено, что концентрация загрязняющих веществ в фильтрационных водах полигона захоронения ТБО очень высокая и подвержена значительному колебанию. Наблюдается рост содержания поллютантов в летний период:

вещество	кратность роста
сульфаты	- 1,4;
хлориды	- 1,2;
мышьяк	- 8,1;
хром общий	- 600;
медь	- 1,4;
цинк	- 1,6;
БПК	- 3,7;
ХПК	- 3,5.

Очистка фильтрационных вод в этой связи является актуальной проблемой. На основании проведенной исследовательской работы предлагается следующая технологическая схема очистки фильтрационных вод: сбор → гомогенизация → коагуляция → фильтрация → 2-х ступенчатый аэробный биологический пруд → выпуск.

Вследствие отсутствия дренажной системы для сбора фильтрационных вод целесообразно использование водоотводных устройств: нагорных каналов, дамб, расположенных по внешнему контуру полигона.

Сбор ливневых вод (поверхностного стока) с поверхности водозащитного покрытия свалки осуществляется в этом случае по закрепленным руслам (лотки-быстротеки, водовпуски и т.п), обеспечивающие максимальный отвод стоков без размывов и сброса за пределы полигона (на рельеф, водотоки).

Система сбора и отвода должна обеспечивать самотечную подачу стоков из дренажного коллектора в контрольно-регулирующий пруд. Целевое назначение контрольно-регулирующего пруда:

- накопление всех видов сточных вод полигона (фильтрата, загрязненных ливневых и хозяйственно-бытовых вод);
- усреднение состава стоков и равномерная подача их на очистные сооружения;
- первичная очистка стоков в результате длительного отстаивания.

Пруд-накопитель или контрольно-регулирующий пруд должен иметь противofiltrационную защиту. Стоки из пруда-регулятора должны подаваться на очистные сооружения.

Фильтрационные воды в течение года накапливаются в сборнике-усреднителе, а затем подаются на очистку при помощи коагуляции и фильтрации. Очищенная вода проходит доочистку в аэробном 2-х ступенчатом биологическом пруду.

Сборник-усреднитель глубиной 4...5 м представляет собой анаэробный пруд, в котором могут протекать процессы самоочищения фильтрационных вод: в верхних слоях до 1,5 м – аэробные процессы, в более глубоких слоях – нитрификация и метаногенез. Сборник должен быть оборудован противofiltrационным экраном.

В качестве дополнительного экрана наряду с применяемым геотекстилем и водоудерживающими глинистыми минералами можно использовать карбонатсодержащие отходы содового производства, которые содержат оксиды кальция и кремния, обладающие ионообменными и осветляющими свойствами, а так же прокаленные гальваношламы, карбонизированные нефтешламы и др., что будет способствовать процессам очищения.

Были проведены исследования по очистке фильтрационных вод данного полигона различными коагулянтами: оксидом кальция, сульфатом

железа, смешанного алюможелезистого коагулянта. Наилучший результат был получен при применении сульфата алюминия.

Расчет биологических прудов производится согласно технической документации. Дно экранируется специальным синтетическим материалом и слоем глины толщиной 15...20 см для предотвращения фильтрации стоков в подземные воды. Пруды оборудуются байпасными каналами и шиберами для возможности отключения их для технического обслуживания (очистка пруда, посадка растений), должны иметь обваловку для предотвращения попадания осадков, размыва посадок и нарушения режима очистки. Для обеспечения движения воды по всему сечению пруда предусматриваются рассеивающие водовыпуск и водовпуск.

Каждый пруд выполняет свою роль в процессах минерализации органических веществ очищаемых вод. Первый пруд – альго-бактериальный. Главное его назначение деструкция органических загрязнений с помощью профитных бактерий, утилизация биогенных элементов комплексом микроводорослей. Дополнительная аэрация в нем не предусматривается, т.к. достаточное количество кислорода обеспечивается за счет процессов фотосинтеза микроскопических водорослей. Для ускорения процесса запуска пруда в него вносят адаптированный комплекс микроводорослей (АКМ) различных систематических групп.

Из альго-бактериального пруда стоки поступают в смешанный пруд, где с помощью зоопланктона и высшей водной растительности происходит дальнейшая минерализация органических веществ. При этом достигается степень очистки фильтрационных вод, позволяющая сбрасывать их в открытый водоем. Степень очистки по ХПК составляет 95...97 %, по солесодержанию 85...90 %.

Для повышения эффективности очистки можно рекомендовать выпуск очищенных в прудах вод через специально обустроенный выпускной канал или гидроботаническую площадку, по периметру которой высаживать солеустойчивые растения: рогоз, козья ива и др.

При проведении процесса необходим периодический контроль очищенной воды (2 раза в месяц) по показателям ХПК, БПК₅, ионам тяжелых металлов после биосорбционной очистки.

Выбор места системы очистки фильтрационных вод необходимо приурочить к естественной низине в нижней части лога, в котором располагается полигон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 26449.1 – 85 Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод. – М.: Издательство стандартов, 1985. – С. 9-11.
2. М-03-505-119-03 Методика количественного химического анализа Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Si, Se, Sn, Sr, Ti, Li, V, Zn в питьевых, природных, сточных водах и атмосферных осадках атомно-абсорбционным методом. / Под. ред. И.И. Гринштейна – СПб.: РНЦ «Прикладная химия», 2003. – 26 с.
3. РД 52.24.420-95 Методические указания. Методика выполнения измерений биохимического потребления кислорода в водах скляночным методом. / Разработан Гидрохимическим институтом, малым научно-производственным предприятием «Акватест»-Ростов-на-Дону: Гидрохимический институт, 1995. – 14 с.
4. СТ РК 1015-2000 Вода. Гравиметрический метод определения содержания сульфатов в природных, сточных водах. – Астана: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства энергетики, индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт), 2000. – 11 с.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ҚАТТЫ ТҰРМЫС ҚАЛДЫҚТАР ПОЛИГОНЫНЫҢ СҮЗІНДІ СУЫНЫҢ ТАЗАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТӘСІЛІ ТАҢДАУ СУРАҒЫНА

Техн. ғылымд. канд. Ж.М. Жаппарова

Бұл мақалада Алматы қаласының қатты тұрмыс қалдықтар полигонының сүзінді суының тазалау технологиялық тәсілі ұсынған.

Редакция журнала представляет вниманию читателей любопытный исторический материал, проработанный профессором Турсуновым Абаем Абдурахмановичем – видным гидравликом, гидрологом, геоэкологом. Это «Свод постановлений мусульманского права (шариат) о водопользовании и землепользовании», перевод, которого с арабского языка сделан в двадцатых годах прошлого столетия профессором Давлетшиным. Представляемый материал в значительной степени расширит кругозор студентов и аспирантов гидрологов, а так же специалистов в области ведения водного хозяйства.

СВОД ПОСТАНОВЛЕНИЙ МУСУЛЬМАНСКОГО ПРАВА (ШАРИАТ) О ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

Выборка соответствующих статей шариата (у киргизов и др. тюрков-адат) сделана известным русским знатоком Туркестана – Давлетшиным в начале 20-х годов, после победы в Гражданской войне и объявления Туркестанской Автономной Советской Республики.

При составлении поручения был учтен неудачный опыт административного вмешательства в орошаемое земледелие, которое было предпринято в 1877 году (12 лет спустя после взятия Ташкента) генерал-губернатором К.П. Кауфманом, который ввел «Временные правила по ирригации». Последующая практика показала полную несостоятельность этого документа. Вплоть до революции 1917 года ничего не делалось для того, чтобы увязать эти «Правила...» с мусульманским шариатом, который учитывал тысячелетний опыт орошаемого земледелия в Туркестане, а также опыт земле- и водопользования в густо населенных оазисах Центральной Азии, где частные хозяйства тесно граничили друг с другом.

Рукопись Давлетшина, которая хранилась в архиве Водного Управления в Туркестане, была передана профессору Восточного Института в Ташкенте А.Э. Шмидту; последний дал о ней следующий отзыв:

- 1) рукопись представляет собой компилятивный перевод с арабского статей шариата по нескольким источникам;
- 2) проверить перевод удалось только по части из указанных источников, с которыми удалось ознакомиться А.Э. Шмидту;
- 3) в той части, которую удалось проверить, перевод сделан правильно;

4) проверяющий полагает, что и в остальных частях перевод сделан тоже правильно;

5) представляется крайне желательным публикация рукописи, т.к. этот документ посвящен тем вопросам, которые так важны здесь, в Туркестане, где «шариат, несомненно, оказал сильное влияние на установившиеся в течении веков нормы обычного права в области водо- и землепользования».

Комментарий А.А. Турсунова. К сожалению, рукопись Давлетишина – «Свод постановлений мусульманского права, шариата (адата) по водо- и землепользованию» так и не был опубликован. К нам он дошел в виде приложения к неизвестному архивному документу.

В представленном виде «Свод постановлений шариата» состоит из последовательного перечня 205-статей, которые разбиты на следующие главы:

1. «О мертвых землях» – 26 статей;
2. «О водопользовании» – 56 статей;
3. «Шиф'ат» – преимущественное право соседа выкупить землю другого соседа – 68 статей;
4. Музараат (права аренды земли) – 35 статей;
5. Мусакат (права аренды плодовых деревьев и ягодников) – 19 статей.

Каждая статья «Свода постановлений шариата» сопровождается ссылками на известные в арабском мире источники, причем приводятся их название, том и страница.

Эти следующие источники:

1. Фатх аль-Кадир. Том IX, стр. 2 и т.д.;
2. Ибн Абидин. Том V, стр. 306 и т.п.;
3. Мухтасар аль-Кудури стр. 75 и т.д.;
4. Шарх Ильяс. Том III, стр. 275, 258 и т.п.;
5. Фатави Кадий Хан. Том IV, стр. 454 и т.д.;
6. Холясат аль-Фатани. Том IV, стр. 454 и т.п..

Некоторые статьи «Свода...» сопровождаются достаточно подробными комментариями составителя и переводчика.

Глава I «О мертвых (свободных или пустых) землях»

1. Под пустыми (мёртвыми) землями понимаются те земли, которыми нельзя пользоваться за отсутствием на них воды или вследствие затопленности их водой, или же по другой какой причине, препятствующей возделыванию этих земель* (*если земля превратилась в болото или ее занесло песком).

2. Пустыми землями называются также те земли, которые не имеют владельца, которые находятся в запустении, или они находятся от ближнего населенного пункта на таком расстоянии, что до них не доносится громкого человеческого голоса.

3. Распоряжение пустыми землями принадлежит имаму.

4. Возделывающий* мертвую землю с разрешения имама или кадия приобретает право собственности, на нее (*т.е. делавший пустую землю пригодной для культуры).

5. С возделанных пустых земель взимается десятинный налог.

6. Если кто-либо станет возделывать мёртвую землю, причем окружающие означенную землю с четырех сторон пустые земли начнут возделываться четырьмя лицами постепенно, то дорога к первоначально упомянутой земле должна быть проведена через ту землю, которая стала возделываться последней.

7. Если все пустые земли, окружающие обрабатываемую мёртвую землю, возделываются одновременно со всех сторон, то дорога к земле, находящейся в центре должна быть проложена через ту землю, которую укажет владелец последней.

8. Если имам или кадий отдаст кому-либо мертвую землю для возделывания лишь с правом пользования, то означенное лицо не имеет права собственности на нее.

9. Не мусульманин имеет одинаковые права с мусульманином на владение возделываемой им пустой землей. (*Вот вам пример веротерпимости и толерантности*).

10. Если лицо, обнесшее мёртвую землю межей, не возделывает ее в течение трех лет, то оно теряет право на нее, и имам может передать ее другому лицу.

11. Под обмежеванием мёртвой земли понимается обнесение ее каменной оградой или изгородью из сухих веток, а также насыпью из сожженных на той же земле мусорных трав или песка.

12. Под возделыванием пустой земли понимается орошение ее, обнесение защитной от воды оградой, запашка или засев.

13. Вспашка земли и возделывание на ней борозд (*жуек*) для орошения самой земли почитается лишь обмежеванием ее.

14. Мёртвые земли, находящиеся поблизости от населенных местностей, не должны быть возделываемы, и остаются для пастбища скота, принадлежащего жителям селения, для рубки дров и как место для гумна.

15. Если имам разрешит посадить на мёртвой земле дерево, то для него отводится определенное пространство, в пределах коего никто не имеет права сажать других деревьев.

16. Пространство земли, отводимое для посаженного дерева равняется пяти локтям в окружности (*т.е. около 3,0 м*).

17. На земле, отведенной под колодец или источник, воспрещается сооружение другим лицом колодца или источника.

18. Если кто выроет колодец вне пространства земли, отведенной для ранее вырытого колодца или же на границе его, и вода из первого колодца уйдет во второй, то хозяин второго колодца не отвечает за это.

19. Если колодец предназначен для водопооя, то вокруг него отводится пространство в сорок локтей в окружности.

20. Если водопой предназначен специально для выючных животных, то вокруг него отводится пространство в 60 локтей в окружности.

21. Если на мёртвой земле находится источник (*т.е. колодец в пустыне или сардоба на такырах*), то под него отводится прикрепленное к нему пространство в 500 локтей в окружности.

22. Во всех случаях, означенных в статьях 19, 20 и 21, окончательное решение принадлежит имаму.

23. Под водопровод отводится, и к нему подкрепляется пространство земли (*по видимому речь идёт о кяризах, т.е. о подземных галереях для вывода и каптажа подземных вод конусов предгорной зоны*), которое необходимо для его устройства и исправления. * (*По мнению некоторых законоведов к водопроводу не прикрепляется определенного заповедного пространства до того места, пока вода не покажется на поверхности земли, ибо водопровод, по существу приравнивается к реке. Как только вода водопровода покажется на поверхности земли, то он приравнивается к ключу и под него отводится заповедное пространство в 500 локтей в окружности.)

24. Старые русла Тигра и Ефрата, к которым эти реки могут со временем вернуться, не должны быть возделываемы, т.к. они понадобятся, когда вновь превратятся в реки.

25. Если возвращение реки к старому руслу не представляется вероятным, то такое русло считается мертвым, если оно не прилегает к возделываемой земле. Решение вопроса, в случае спора, принадлежит исключительно имаму.

26. Лицо, владеющее рекой, протекающей по чужой земле, имеет право пользоваться берегом ее, как для ходьбы, так и для выбрасывания ила из реки.

Разумеется, здесь сделан не совсем правильный или формальный перевод с арабского языка. Мусульмане-туркестанцы никогда не назвали бы землю-мать «мертвой». Судя по содержанию статей, речь идет о неполивных, свободных землях (босжер), которые окружают поливные земли и обычно используется дехканами для выпаса скота, заготовки кормов и дров, а также для других хозяйственных целей. При необходимости и при наличии воды часть этих земель может быть использована для расширения орошаемых (обрабатываемых) земель (см. статьи 1 и 2). В статье 3 говорится, что распоряжение свободными землями принадлежит имаму. Это имеет место в арабских странах, где служащие ислама выполняют административные функции. В Туркестане эти функции обычно выполнял бек или бий, который считался ответственным за общий порядок в данном оазисе, следил за правильным и согласованным использованием воды и орошаемой земли. Кроме того, были мирабы и аксакалы, которые отвечали за отдельный кишлак или аул и распределяли воду между частными землевладельцами. К сожалению, неизвестны письменные источники, которые учитывали бы эти отличительные особенности оазисного земледелия в Туркестане.

В статье 13 упоминаются непонятные слова «копание свободной земли арыком» без орошения. По-видимому, здесь речь идет о поливных бороздах, которые искусно проводятся на вспаханной и выровненной земле. Арыками обычно называются более крупные каналы, подводящие поливную воду к нескольким полям: «бас арык» – головной магистральный канал, «ок арык» – межхозяйственный распределительный канал, который обычно проводится по гребню (водоразделу) рельефа и подает воду на оба склона увалистой местности. Свободные земли при этом располагаются у подножий склонов вдоль тальвега местности. В первые годы освоения оазиса свободные земли остаются между отдельными орошаемыми полями, для которых в первую очередь используются участки с лучшими почвенно-гидрогеологическими условиями

В статье 14 специально предусматривается оставлять свободные земли поблизости от населенных мест, которые будут использованы жителями для пастбища скота, рубки дров и для гумна. В остальных статьях предусматривается порядок оставлять свободные земли для дорог и подъездных путей, для посадки деревьев, для колодцев, для водопровода и других хозяйственных нужд. В частности, предусматривается оставлять вокруг колодцев свободное пространство. Как видим, шариат

предусматривал неукоснительное соблюдение экологических норм, что, по-видимому, вытекало из многовекового опыта оазисного земледелия.

В статье 23 под водопроводом понимается кяризы – специальные безнапорные подземные галереи, которые служили для сбора (каптажа) подземных вод конусов-выноса предгорий и подвода их на прилегающие равнины. Последние исследования археологов Казахстана (Смагулов Е.А.) выявили в Туркестане несколько подобных кяризов, водой которых орошались земли вокруг древнего Саурана. Такие же водопроводы обнаружены вблизи древнего Кулана (бывшее Луговое) и других городов Семеречья.

В остальных статьях главы 1 говорится о старых руслах рек (Тигра и Евфрата) и о реках, протекающих по чужой территории, т.е. о трансграничных водотоках (ст. 24, 25 и 26).

Глава 2 «О водопользовании»

27. Воды делятся на 1) морские, 2) воды больших рек, 3) воды в частном пользовании, *(нам представляется, что это воды малых рек и каналов)*, 4) воды, находящиеся в водоемах *(малые озера, водохранилища, пруды и выкопанные водоемы или построенные бассейны)*.

См. Фатх аль-Кадир, т. IX, стр. 12 и 13, Ибн Абидин, т. V, стр. 311, Шарх Ильяс, т. III, стр. 264.

2.1 О морских водах

28. Каждый имеет право пить, поить свой скот и орошать землю из морских вод.

Относительно питья и орошения морскими водами. По-видимому, здесь речь идет о прибрежных мелководьях, эстуариях и дельтах рек, где образуется линзы относительно пресных вод.

29. Не воспрещается никому провести канал из морских вод к своей земле.

2.2 О водах больших рек

30. Каждый имеет право пить, поить свой скот и орошать свою землю из больших рек, как например Джейхун, Сейхун, Евфрат и Тигр.

31. Если кто либо, возделывающий пустую землю, желает провести к ней арык из большой реки для орошения, то он имеет на то право, при отсутствии от того вреда для большинства поселения.

32. Каждый, будет ли то мусульманин или не мусульманин, имеет право запретить проведение к чужой земле арыка, если вследствие сего будет нанесен вред большинству населения, как например, произойдет

разлив воды или прекратится доступ воды к большой реке, или прекратится судоходство.

33. Всякий имеет право устроить на большой реке мельницу, если этим не будет нанесен вред большинству населения.

Из приведенных выше статей видно, что в шариате сохраняются принципы, которые были провозглашены еще в законах Хаммураби (1760 г. до н.э.) и, которые, нашли отражение в современных Хельсинских соглашениях в виде экологического принципа: «не навреди...».

2.3 О водах в частном пользовании

Как известно, шариат строго отстаивал права частной собственности. Однако, когда речь идет о воде, принципы гуманизма, провозглашенные в сурах Корана нельзя игнорировать. Поэтому порядок водопользования в разделе о частных водах расписан досконально, без апелляции к имаму и другим управляющим органам.

34. Если вода находится в частном пользовании какого-либо лица, но посторонним принадлежит право пользования ею для питья. (См. разъяснения в статьях 36 и 38).

35. Если кто-либо посторонний желает оросить возделываемую им землю из воды, (источника), находящейся в частном пользовании, то владельцы реки имеют право воспретить это, безразлично будет ли нанесен вред запрещением или нет, потому что владельцы имеют исключительное право на реку (источник).

36. Если колодец, или бассейн, или источник, или река составляют собственность кого-либо, то это лицо имеет право запретить входить на его землю (посторонним), чтобы пить или поить скот в том случае, если на расстоянии одной мили можно найти воду, никому не принадлежащую. Если же нельзя поблизости найти воды, то владелец реки (и земли) должен сам подать напиться и поить чужой скот (Здесь, разумеется, идет речь о проходящем мимо человеке со скотом), или предоставить постороннему самому начерпать воды с тем условием, чтобы тот не испортил бы берегов (см. также ниже об углублении и чистке рек).

37. Если колодец, или источник, или бассейн, или река находятся на свободной земле, то владелец не имеет права запретить кому бы то ни было пить из него (источника и др.) или поить скот.

Это означает, что владелец колодца и др. источников воды должен выкупить соответствующий ему участок земли: без этого у него не будет права на воду.

38. Если владелец захочет воспретить кому-либо пользоваться водой, а нуждающийся боится за себя и за свою скотину (поскольку поблизости нет свободной воды), то он имеет право бороться с владельцем воды оружием, так как тот, отказывая ему в воде, обрекает его на гибель. (См. также статьи 34 и 36).

Как видим, здесь речь идет о возможности войны и боевой стычки путника со скотом и владельца источника. Однако история Центральной Азии не знает подобных случаев. По-видимому, спорные вопросы решались мирным путем, т.к. большие караваны с большим числом вьючных животных проходили заранее согласованными дорогами, останавливались в караван-сараях, владельцы которых имели свою воду или право на воду.

39. Человек, не владеющий водой, не имеет права орошать землю, пальмы и деревья из чужого колодца, арыка или реки без разрешения владельца.

Здесь подчеркнуто слово орошать, т.к. пить и поить свой скот человек имеет право даже из чужого колодца (см. статьи 34, 36, 38).

40. Источник и бассейн, в которые воды собираются естественным способом, приравниваются к реке, находящейся в частном пользовании.

Речь, разумеется, идет об источниках, находящихся на частной земле. Искусственное задержание поверхностного стока подпадает под другие статьи шариата (см. например, ст. 32).

2.4 О водах, находящихся в водоемах

В этой главе всего 2 статьи и они, на первый взгляд, противоречат друг другу. На деле здесь речь идет о водоемах, находящихся на частных землях, а во второй статье подтверждаются гуманные принципы, провозглашенные в статьях 36 и 38.

41. Вода, накопленная в водоемах, является собственностью, и другие не имеют права пользоваться ею.

Разумеется, речь идет о воде накопленной естественным способом (см. выше, комментарий к статье 40).

42. Укравший воду, набранную в водоем, в местности, где невозможно достать естественную воду, не наказывается.

Согласно статье 36 свободная вода должна находиться на расстоянии больше одной мили (1,8 км.). Многие современные казахи понижают и толкуют эту статью превратно, утверждая: «суга урылық жок», «в случае воды нет воровства». Это неверно, т.к. согласно другим статьям шариата владелец водоема может выставить охрану своей

собственности и вынудить жаждущего искать другую воду (на расстояние не больше одной мили), или же вынудить жаждущего просить воду. В случае отказа хозяина или стражи и, если свободный источник находится далеко, или жаждущему и его скоту грозит гибель, то последний может воспользоваться статьей 38, т.е. захватить воду силой оружия.

Необходимо особо подчеркнуть, что рассуждения о краже воды относятся только к частным водоемам, а не к арыкам, частным рекам, а тем более, к большим рекам.

2.5 Об углублении и чистке рек

В этом разделе шариата отражен многовековой опыт народов Центральной Азии, которые вели многотрудную борьбу с водной стихией. С одной стороны, хорошо, когда много воды и всем жителям (вернее, оазисам, расположенным вдоль реки-источника) хватает воды для покрытия их потребностей. С другой стороны, высокие наводки на этих реках размывали берега, разрушали водозаборные сооружения. Иногда река после катастрофического наводка резко изменяло свое русло, обрекая на гибель оазисы, отдельные государства и даже цивилизации (Хорезм, Джент, Мхаратта и др.). Поэтому жителям древних цивилизаций приходилось мобилизовывать людские ресурсы на выполнение больших общественных работ (укрепление берегов, расчистка русел, копанье новых каналов и т.п.). Заметим, что исключительно большая роль при выполнении этих работ отводилась государственным органам. Чем сильнее государство, тем устойчивее и долговечнее были оросительные системы, тем выше было благополучие жителей этих государств.

43. Реки бывают тройкого рода: 1) реки, которые никому не принадлежат (см. выше о «больших реках») и пользование водами которых не подлежит распределению (например, Ефрат) (Добавим: Амударья, Сырдарья, Ертыс, Иле и др. крупные трансграничные реки); 2) реки, составляющие объект частного пользования, и подлежащие разделу (по-видимому, их воды), но, на пользование которыми имеет право все население для питья и водопоя скота; 3) реки, воды которых являются объектом частного пользования.

Последний тип рек, как нам представляется, является не естественным водотоком, а магистральным каналом, отводящим воду из большой реки для орошения ряда оазисов. Такие каналы обычно выполняются в земляном русле, и со времен мало отличается от рек. Поэтому в исламской литературе такие каналы называются реками. Например,

Шават (Шахабад), Каракум-река (в недавнем прошлом главный Каракумский канал), Инкар-дарья, Куван-дарья, Жана-дарья, и другие водотоки в низовьях больших рек Амударьи и Сырдарьи.

2.5.1 Об углублении и чистке рек, не находящихся в частном пользовании

44. Углубление и чистка рек, не составляющих частной собственности, должны производиться за счет общественной казны. Средства на покрытие расходов берутся за счет податей и поголовного налога.

Сразу же заметим, что в этой и ниже приводимых статьях, речь идет о больших реках (см. статья 30) типа Тигр, Ефрат, Амударья, Сырдарья и др. Поскольку вдоль таких рек исторически располагались несколько суверенных государств, т.е. они всегда являлись трансграничными водотоками. Здесь, по-видимому, речь идет о межгосударственных соглашениях и соответствующих фондах. В наши дни существуют Межгосударственный совет (МГС) по спасению Арала, состоявший из Президентов пяти центрально-азиатских государств; при МГС действует Исполнительный Комитет, Фонд Арала и другие правительственные учреждения. К сожалению, эффективность их действия весьма призрачна, поскольку они не руководствуются законами шариата. Пример тому события зимы 2003...2004 г.г., когда из-за несогласованных действий указанных правительственных органов были затоплены огромные площади в низовьях Сырдарьи, когда много воды в буквальном смысле слова «ушло в песок» и в очередной раз было обделено Аральское море. «Кудай берген, Аралдың рыхсысын сирапқа салдық» (Растратили богом данную долю Арала) – так говорят наши аксакалы.

45. Если в казне не имеется денег, то имам (а в нашем случае МГС «Арал») имеет право принудительно заставлять жителей (суверенные государства) углублять и чистить общественную реку за их счет для общественной пользы, если они не согласятся на то добровольно.

Как видим, русло Сырдарьи необходимо было углублять и чистить уже давно, еще в период предыдущего маловодья. Разумеется, это право принуждения используется в случае, если жители (суверенные государства) не согласятся на общественные работы добровольно.

(см. Фатх аль-Кадири, Ибн Абадин, Шарх Ильяс и др. источники приведенного выше списка)

2.5.2 Об углублении и чистки рек, составляющих частную собственность, но представленных для общественного пользования

46. Углубление, чистка и поправка берегов рек, составляющих частную собственность, но представленных для общественного пользования, производится за счет владельца.

47. В случае отказа владельца реки от участия в углублении, чистке и укреплении берегов для устранения вреда, кадий обязан принудить его.

48. Расходы по исправлению, т.е. регулированию общественной реки ложатся на всех участников. Если работы производятся за пределами какого-либо из соучастников, то владелец освобождается от несения расходов.

Примечание Давлетишина: *Например, если 10 человек являются соучастниками известной реки, то каждый из них несет десятую часть расхода по ремонту. Но если работы производятся вне пределов одного из них, то расходы несут остальные 9 и $\frac{1}{9}$ части, т.к. первый владелец не нуждается в очистке реки. Таким образом, больше всего расходов несет владелец устья реки, т.к. он может получить пользу лишь тогда, когда очистка дойдет до его владений. Некоторые правоведы находят, что расходы по очистке реки должны ложиться на всех соучастников без исключения вдоль всего течения, т.к. владелец верхней части реки также заинтересован в нижней ее части в виду того, что она ему необходима для стока излишней воды в многоводные годы. Окончательное решение этого вопроса принадлежит имаму.*

Примечание Турсунова:

1. *Необходимо обратить внимание, что в статьях 47 и 48 говорится о соучастниках владения частной рекой. Следовательно, должны были существовать надлежащим образом оформленные договорные отношения между этими соучастниками.*
2. *В комментируемых статьях появились слова «поправка берегов» – это означает, что берега реки (возможно, древнего канала, превратившегося в реку) были ранее укреплены дамбами и другими берегозащитными сооружениями.*
3. *Слова «кадий обязан принудить» необходимо понимать с учетом замечаний, сделанных в начале первой главы. В условиях Древнего Туркестана существовала своя административная система, следившая за порядком в области водопользования: биш, беки, аксакалы, мирабы разных уровней. К суду кадиев обращались в редких случаях.*
4. *Относительно распределения расходов по очистке рек между водопользователями заметим следующее. В период маловодья наибольшую выгоду получают низовые водопотребители (владельцы устьев), т.к. по углуб-*

ленной реке к ним попадет большие воды. В период многоводья углубление реки выгодно «владельцам верхней части реки», т.к. позволяет им отводить излишки воды в период высоких паводков.

Поэтому даже в условиях Древнего Туркестана некоторые законоведы находили, «что расходы по очистке реки должны делиться на всех без исключения», ибо определить будет ли следующий год маловодным или многоводным, нам не дано знать. Даже в современных условиях с учетом достижений науки и техники гидрологи не располагают надежными методами долгосрочного прогноза.

Таким образом, в своде мусульманских законов (шариате и адате) достаточно четко расписаны правила водопользования из большой реки. Они полностью применимы и для решения современных проблем р. Сырдарьи. Только в данном случае участниками водопользования выступают правительственные органы республик – Кыргызстан (верховой владелец), Узбекистан и Таджикистан, а также Казахстан (владелец устья реки).

Из Шариата прямо следует, что владелец верхней части реки (Республика Кыргызстан) не имеет права объявлять своей частной собственностью всю воду, формирующуюся на ее территории. В комментируемых статьях речь идет только о русле реки и его берегах (см. более подробно об этом ниже).

2.5.3 Об углублении, чистке и укреплении берегов рек, не представленных общему пользованию

49. Углубление, чистка и укрепление берегов частных рек, должны производиться за счет совладельцев.

Комментарий Давлетишина: Существует разногласие по вопросу об определении терминов: река общая и река частная. Одни законоведы говорят, что река, принадлежащая 10 лицам или если на ней расположено одно село, считается частной; другие говорят, что река частная, если принадлежит менее, чем 100 лицам и, наконец, если – принадлежит менее, чем 1000 лицам. Сверх этих чисел совладельцев река считается общей. Самым правильным представляется решение этих проблем кадием (см. выше) по его усмотрению. Из всех существующих мнений самым веским является то, которое считает реку частной, если она принадлежит менее 100 соучастникам и общей сверх этого числа.

Комментарий Турсунова: Этот комментарий Давлетишина больше относится к каналам (старым каналам, превратившимся в реку). В современных условиях все крупные реки Казахстана являются общими,

т.е. трансграничными. Исключением является река Нура, бассейн которой целиком располагается в пределах одного государства, которое должно регулировать русло реки за счет общественной казны, т.е. из госбюджетных средств.

50. Если кто-либо из соучастников частной реки откажется принять участие в углублении, чистке и укреплении берегов реки, то остальные могут произвести работы за свой счёт, и потребовать от отказавшегося от уплаты возместить свою часть, если работы были произведены по требованию кадия. Лицу, отказавшемуся принять участие в работах, запрещается пользоваться рекой до тех пор, пока оно не заплатит свою часть.

51. Если углубление и чистка реки производится вне владений собственника верховья реки, то он имеет право орошать свою землю, не дожидаясь окончания работы.

Некоторые правоведы находят, что владелец верхней части реки не имеет право пользоваться водой до того времени, пока все соучастники не закончат работу на своих участках (Давлетиин).

Совершенно справедливое требование. Эти статьи шариата целиком относятся к Республикам Кыргызстан и Узбекистан (смотри комментарии к статьям 47 и 48).

52. Углубление и чистка рек, в которые сведены стоки с улиц, домов и уборных, производятся за счёт всех совладельцев, причём собственник верховья реки участвует в работах, производимых на участках, расположенных ниже по течению его владений.

Ибо добавляет Давлетиин, владельцы верхней части реки нуждаются во всей реке для стока нечистот из своих домов, а потому живущий в верхней части реки должен нести больше всего расходов, живущий следом за ним по течению, несёт меньше расходов и так далее до последнего.

Совершенно верное требование: оно полностью согласуется с современным общепринятым принципом «загрязнитель платит».

Все наши трансграничные реки являются приёмниками сточных вод (бытовых, коммунальных, промышленных и с орошаемых земель) в силу природных условий, т.к. протекают по тальвегу рельефа. Если применить этот принцип в полной мере к нашим верховым соседям: Китаю, Кыргызстану, и Узбекистану, то им станет более выгодным внедрить у себя безотходные технологии водопользования и полностью прекратить сброс сточных вод в трансграничные реки. А вот по реке Иртыш необходимо переходить на безотходные технологии Казахстану.

Строгое соблюдение принципа «загрязнитель платит» привело к повсеместному внедрению безотходных технологий в Западной Европе. Уже в начале 90-х годов прошлого века такие реки как: Рейн, Висла, Одер и другие были настолько чистыми, что в них появилась рыба, восстановились кустарники и охотничьи угодья вдоль их берегов. Аналогичные процессы произошли на малых реках России. Например, в устье р. Невы стала вновь заходить знаменитая корюшка.

53. Лица, постоянно пользующиеся правом питья и водопоя, не привлекаются к участию в расходах по углублению и очистке реки.

Эта статья, по-видимому, относится к одиноким путникам и случайно забредшим караванам. Постоянные же караваны обычно останавливались в караван-сараях, владельцы которых обычно являлись со-участниками водопользования.

В заключении раздела 2.5.3 укажем, что все статьи здесь относятся к содержанию в надлежащем состоянии русел рек и общественных каналов. А вопросы водопользования и вододеления будут рассмотрены отдельно ниже, в разделе 2.6.

2.6 О праве пользования речными водами

Данный раздел шариага полон явных и неявных противоречий, которые невозможно раскрыть без знания истории орошаемого земледелия в Центральной Азии, в частности, в Древнем Туркестане, а также без знания существовавшей в тот период технологии водопользования. Последующие в данном разделе статьи в основном применимы к магистральным каналам, орошающим своими водами несколько оазисов, или к древним каналам, превратившихся со временем в реки. В таких каналах и реках расходы воды в течение периода вегетации возделываемых культур остаются практически постоянными; поэтому здесь применимо право водопользования по очереди и во времени. За это время очередник успева-ет полить свой участок земли и создать в ней надлежащий запас влаги до наступления своей следующей очереди.

Что касается природных рек (больших и малых), то расходы воды здесь сильно меняются в соответствии с сезоном года и гидрологическим режимом. Правда, реки среднеазиатского типа со смешанным видом снегового и ледникового питания имеют растянутый летом и пологий гидрограф стока, что позволяет применить и к ним принцип распределения воды по очереди и во времени. Однако на таких реках случаются кратковременные пики ливневых паводков, от которых древние земледельцы уме-

ли защищаться при помощи специальных шлюзов. Это разнообразные дамбы, запруды, сипайные шпоры и другие руслорегулирующие и берегозащитные сооружения, которые возводились из местных материалов (брёвен, веток кустарника, хвороста, камыша, камней, песка и глины). Иногда такими сооружениями временно перекрывали всю ширину реки (см. учебник Г.Г. Гришин, Гидротехнические сооружения. Том 2. 1970 г.). Все они Давлетиным названы шлюзами.

Необходимо также обратить внимание на следующий факт. Владелец земли, по которой течёт река, должен был надлежащим образом заявить и доказать своё право пользования водой этой реки. При этом необходимо было считаться с правом остальных владельцев.

Дело в том, что в Древнем Туркестане большие пространства бассейнов крупных рек оставались незаселёнными или же не использовались для орошаемого земледелия. Особенно это относится к горным частям бассейна, т.е. к зоне формирования стока всех трансграничных рек. Если здесь и жили люди, то они занимались в основном пастбищным скотоводством (джайлау) или богарным (неполивным) земледелием. Низовья же этих рек, особенно Приаралья, были всегда заселены: например Древний Хорезм, Туркестан, Джент, и т.п.

Поэтому новые поселенцы в бассейне реки, в том числе поселенцы верховьев, должны были надлежащим образом заявить своё право пользования водой и закрепить его согласно шариату (адату), причём согласие остальных водопользователей, т.е. учёт их интересов, был обязательным. Как видим, Киргизская Республика не имеет права в одностороннем порядке считать всю воду р. Сырдарьи, формирующуюся на их территории, национальной собственностью. Это противоречит законам шариата.

54. Заявление о праве пользования водою, находящейся на чужой земле определённое число дней, подтверждённое свидетельскими показаниями, почитается основательным.

Следовательно, заявление Казахстана о праве пользования водою Сырдарьи, хотя она и формируется на территории Кыргызстана, должно почитаться основательным.

55. Неопределённое заявление на право пользование водой, находящейся на чужой земле, хотя бы подтверждённое свидетельскими показаниями, считается недействительным.

Если свидетели покажут, что данное лицо имеет право пользования водой, не определив точно количество дней, то их показания не при-

нимаются во внимание, т.к. они касаются неопределённого права (Давлетшин).

По-видимому, здесь речь идёт о юридических тонкостях восточного права. Важно, что заявление на право и свидетельские показания должны быть надлежащим образом оформлены в суде. В наших случаях, разумеется, речь может идти о международном арбитражном суде.

56. Если река, составляющая частную собственность, течёт по чужой земле, то владелец последней может требовать отвода её только в том случае, если она изменила своё первоначальное русло. При возникновении разногласия принимаются во внимание показания собственника реки.

Как видим, владелец реки имеет преимущественное право, т.к. отвод реки связан с большими материальными затратами.

57. Если кто-либо заявит право на владение рекой, не находящейся на его земле, приведёт доказательство этому, или тому, что он имеет арык, проведённый из этой реки к своей земле для орошения, то кадий удовлетворит его ходатайство на основании права собственности, или права пользования.

Эта статья является продолжением статьи 56 и, по-видимому, относится к реке, изменившей своё русло, а это может иметь место только в среднем или нижнем течении реки.

58. При возникновении разногласий относительно устья рек и т.п. кадий поступает по статье 57-ой.

59. В случае возникновения разногласий относительно количества воды (если размер пользования водой не был заранее определён, т.е. не установлена очерёдность и срок), которой могут пользоваться совладельцы реки, таковое определяется пропорционально размеру их земель (цель распределения воды – орошение земли).

60. Если владелец верхней части реки может пользоваться водой только при условии закрытия шлюза, то он имеет право закрывать только в срок своей очереди и с согласия остальных владельцев.

Здесь, по видимому, говорится о шлюзе, перекрывающем всю реку; даже при наличии очереди и срока пользования рекой владельцу верхней части реки необходимо было заручиться согласием остальных владельцев реки. Важная статья, которую учитывают правительства бассейна Аральского моря.

61. Если произойдёт соглашение между совладельцами реки относительно очереди закрытия шлюзов на реке, то такое считается действительным.

Острота современных проблем Сырдарьи как раз обусловлена тем обстоятельством, что такого соглашения до сих пор нет. Временные соглашения, которые, разрабатывает МКВК (межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия) не выполняются, т.к. они оказываются недостаточно обоснованными. Такое соглашение может быть разработано в рамках Межгосударственного водно-энергетического консорциума (предложение Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева).

62. Если кто-либо из владельцев не может пользоваться рекой иначе, как, заградив её, и совладельцы придут между собой к соглашению, то очередь должна начинаться с нижней части реки и идти вверх; когда же она дойдёт до верху (*вернее, до упомянутого владельца*) ему разрешается заградить реку.

Весьма важная статья, где подчёркивается ещё раз необходимость соглашения, а так же указывается технология водопользования. В дореволюционном Туркестане эта технология реализовалась по принципу: «мираб живёт в конце (устье) реки или канала». К сожалению, в советский период и теперь этот справедливый принцип полностью игнорируется.

63. Если совладельцы не придут к соглашению, а в то же время не могут пользоваться водой без заграждения реки, то имам распределяет воду между ними по дням; и тогда каждый из соучастников может закрывать реку в свою очередь.

В советский период роль такого имама выполнял Минводхоз СССР, причём воды рек Сырдарья и Амударья распределялись исключительно в интересах хлопководства, а Аральское море было исключено из списка водопотребителей, что и предопределило Аральскую катастрофу.

64. Никто из совладельцев реки не имеет права проводить к себе арык из неё, а также ставить на ней мельницу (*водяную*) без согласия остальных владельцев. Последствием таких работ является порча берегов и занятие общего места (поставить мельницу или провести арык разрешается лишь в том случае, когда берега и река составляют частную собственность и находятся на собственной земле). В противном случае может получиться ущерб для других совладельцев, т.к. может произойти перемена русла реки.

Вот она – историческая основа современного принципа: «не навреди!»

65. Постройка чужими лицами на частной реке, находящейся в общем пользовании, водочерпалки, простого или сводчатого моста не разрешается. Напротив того, собственник реки имеет право, как возвести на

ней указанные сооружения, так и разрушить их, если они будут возведены без его согласия.

66. Владельцу земли при истоке реки не разрешается расширение её, т.к. этим разрушаются берега, и увеличивается количество воды, которым данное лицо будет пользоваться.

В советский период этот закон был полностью нарушен: Минводхоз и Минэнерго СССР построили в верховьях реки Сырдарья регулирующие водохранилища: Токтогульское и Нарынский каскад ГЭС в Кыргызстане, Андижанское и Шарвакское водохранилища в Узбекистане. Количество воды для этих республик было увеличено в десятки раз.

67. Если распределение воды происходит посредством шлюзов, то запрещается как увеличение числа таковых, так и перемещение их вверх по течению.

68. Если кто-либо (из совладельцев реки) пожелает поставить свой шлюз глубже или выше, то он имеет на это право, ибо при распределении воды принимается во внимание величина шлюза независимо от его глубины или вышины. (Фахт аль-Кадир, Ибн Абидин).

По-видимому, сделан не совсем точный перевод с арабского языка, т.к. в представленном виде закон неверен. Изменяя глубину или высоту шлюза, перегородившего реку, владелец изменяет отметку подпёртого горизонта (НПГ) верхнего бьефа шлюза, а следовательно, объём задержанной воды, которая не дойдёт до низовых потребителей, т.е. нарушатся положения статей 67, 66. Возможно, этот закон был разработан для небольших каналов, где указанные объёмы задержанной воды будут пренебрежимо малы. Или же речь идёт о полузапрудах и шпорах, не перегораживающих реку.

69. Если распределение воды было произведено посредством шлюзов, а кто-либо пожелает распределять воду по дням, то он имеет на то право, ибо старое распределение должно остаться в силе.

Как видим, предпочтение отдаётся старому закону (опыту). Однако это справедливо только в многоводные или средние по водности годы. В маловодные годы приходится перегораживать всю ширину реки, иначе вода не поднимется на орошаемые земли. В этом случае распределение по дням неприемлемо (см. статьи 63, 62, 61 и 60).

70. Если каждый из совладельцев частной реки имеет право на известное число шлюзов, то никто из них не может прибавить ни одного шлюза, даже в том случае, если от этого не будет причинен ущерб остальным.

Разговор, разумеется, идёт о видимом сиюминутном ущербе. В долговременном плане увеличение шлюзов, даже не перекрывающих всю ширину реки, вызовет ущерб низовым владельцам частной реки (см. статью 62 и наши комментарии).

71. На большой реке каждому предоставляется свободное право устраивать шлюзы по своему усмотрению.

Разумеется, статья касается полузапруд и шпор, не перекрывающих всё сечение речного потока. Как упоминалось выше, такие гидротехнические сооружения устраиваются в голове крупных водозаборных каналов-арыков (см. упомянутый выше учебник Г.Т. Гришина). Данную статью шариата можно применять только на большой реке, типа Амударья и Сырдарья. На первой реке их насчитывалось более 80-ти. На средних и малых реках, типа Шу, Талас, закон можно применять только в многоводные годы. В средние и маловодные годы, если каждый из совладельцев будет стараться «взять свою воду» и с этой целью будет устраивать дополнительные шпоры и полузапруды, или с той же целью будет наращивать в длину существующие шлюзы, то вода не дойдёт до низовых владельцев.

Так и случилось в бассейне Аральского моря, о чём был комментарий выше, (см. статью 66). Поэтому данный закон в условиях Центральной Азии неприменим. Ни о каком «свободном праве» не может быть и речи. Все вопросы водопользования в бассейне каждой реки должны быть согласованы и взаимоувязаны, как это делается в современной Европе (см. Хельсинские соглашения) и предусматривается в цитированных выше статьях 64, 65, 66 шариата.

72. Если кто-либо имеет право пользоваться известным количеством воды в разное время, то он не может собрать всю воду (свою) в одно время иначе, как с согласия остальных совладельцев.

Совершенно справедливый закон, т.к. «собрав всю воду (свою) в одно время», данный совладелец реки нарушит природный гидрологический режим водотока, от чего так или иначе пострадают остальные совладельцы. Водники и энергетики Кыргызстана так и поступили: они используют «всю воду» в зимнее время, выгодное им для выработки энергии, и в итоге получают несвойственные р. Сырдарье зимние наводнения. При этом нарушается согласованный в советский период ирригационный режим Токтогульского водохранилища и Нарынского каскада ГЭС.

73. Совладельцы реки не имеют права орошать водами те свои участки, которые не подлежали орошению из данной реки.

Поступая таким образом, данное лицо получает больше воды, чем ему следует, ибо первая земля получает некоторое количество воды ранее орошения второй (Давлетишин).

Закон означает, что верховые водопотребители не имеют права осуществлять переброску стока из бассейна данной реки в бассейн соседней. В соответствии с этой статьей закона китайская сторона не имела права в одностороннем порядке производить переброску части стока рек Каиш, Кунес и Коксу из бассейна р. Иле в бассейны своих внутренних рек.

74. Если один из двух совладельцев частной реки, имеющий земли выше по течению, пожелает закрыть некоторые общие для владельцев шлюзы ради ограждения своей земли от разлива, то он не имеет на это права, ибо этим наносится ущерб другому.

Совершенно верный закон, очередной раз демонстрирующий принцип «не навреди». Однако в зиму 2003...2004 годов этот закон был нарушен водниками Узбекистана, которые перегородили лог в нижнем бьефе Арнасайского водосброса с тем, чтобы защитить свои земли (зимние пастбища в пустыне) от зимних разливов. Этим действием они нанесли ущерб Шардаринской плотине, подвергнув опасности переполнения водохранилища. Пришлось увеличить сбросы воды и затопить много земель и населённых пунктов в низовьях р. Сырдарьи. Однако узбекская сторона поступила правильно: они не только защитили свои зимние пастбища, но и сберегли много воды для Аральского моря. Сбросы в Арнасайскую впадину, которые ранее производились каждую зиму (их объём в 1988 г. доходил до 30 км³), являлись потерями для Арала, т.к. данная впадина никак не связана с бассейном р. Сырдарьи.

75. Если один из совладельцев частной реки пожелает разделить поровну очередь пользования водой, то на это требуется согласие другого совладельца, которому, равно как и всем наследникам, принадлежит право во всякое время отказаться от взятого соглашения (или изменить в соответствии с новыми обстоятельствами).

76. Взаимный обмен очереди пользования водой недействителен.

По-видимому, из-за отдалённых последствий, которые трудно предугадать (см. выше статью 70).

77. Натуральное пользование водой переходит по наследству и по духовному вещанию.

78. Очередное пользование водой (пользование по очереди) без земли не может быть передаваемо на покрытие долгов владельца ни при жизни, ни после смерти (*т.е. не может быть передано по наследству, см. статью 77*).

79. Имам (бий, бек, аксакал) должен присоединить очередное право пользования водой к земле должника, не имеющего воды. И затем должен продать её с разрешения владельца, после чего выяснить стоимость земли без воды. Разница должна идти на покрытие долгов.

80. Если у собственника воды не окажется земли, то имам (бий, бек, аксакал) может купить в счёт имущества должника землю, не имеющую воду, продать её вместе с водой, вычесть из вырученной суммы цену купленной земли и остатки обратить на покрытие долгов.

Эта статья разъясняет приведённую выше статью 78.

Как видим, даже в древние времена вода без земли не имела натуральной цены. Поэтому попытки некоторых водников ввести «плату за воду» следует признать не обоснованной. Этот трудный о цене воды вопрос следует разрабатывать заново с учётом сложившихся обстоятельств, обострившихся экологических условий и конъюнктуры межгосударственных отношений.

81. Если кто-либо оросит свою землю, или покроет её водой и вода с неё перейдёт на землю другого владельца, вследствие чего последняя будет затоплена или сползёт, то владелец первой земли не отвечает за убытки.

Непонятное утверждение, полностью противоречащее приведённым выше статьям шариата и законам Хаммураби. Может быть перевод сделан не совсем точно.

82. Лицо, орошающее свою землю или свой огород чужой водой без разрешения, за это не отвечает. Следовательно, владелец воды должен охранять её, а если он этого не делает, то это означает, что вода ему не так уж необходима и прямого ущерба он не несёт.

На этом заканчиваются статьи шариата (адата), регламентирующие порядок земле- и водопользование, существовавшие в древности.

Заключение

1. Свод постановлений мусульманского права – шариат (адат) отражает многовековой опыт орошаемого земледелия на Древнем Востоке. Он адаптирован к условиям существовавшего многие века оазисного земледелия, когда орошаемые земли представляли собой достаточно населённые оазисы, а вокруг располагались пустынные (свободные) земли. На

этих землях утилизировались отходы производства: бытовой мусор, канализационные сточные воды, сбросные воды с орошаемых земель, если таковые случались в редкие многоводные годы (см. ст. 52). Свободные земли использовались осёдлым населением (дехканами) для выпаса домашнего скота, заготовки кормов для них, заготовки дров и других хозяйственных нужд. В многоводные годы они использовались для расширения зоны орошаемого земледелия (нерегулярное орошение). Из этого следует, что хозяйство древних оазисов было многоотраслевым; наряду с орошаемым земледелием существовали: скотоводство с частичным выпасом и стойловым содержанием домашних животных, ремесленное производство и торговля. Анализ современных аэрофото- и космических снимков показал, что в низовьях Сырдарьи и Амударьи, там, где теперь располагается пустыня Кызылкум, орошалось около 10 млн. га земель, а вдоль Ширкелийской трассы Великого Шёлкового пути, связывающей Древний Джент и Хиву, аулы располагались настолько близко друг к другу, «что кошка могла пройти по крышам домов и по верху дувалов (глинобитных оград) не опускаясь на землю» (из народных сказаний).

2. Из главы 2.5 «Об углублении и чистке рек» видно, что жизнь древних дехкан была связана с многотрудной борьбой с водной стихией рек; вдоль этих рек и крупных каналов, со временем превратившихся в реки, располагались упомянутые оазисы, жители которых вели большие русловыправительные и берегозащитные работы, а также строили разнообразные гидротехнические сооружения: плотины, дамбы, запруды и полузапруды, шпоры, бонны и т.п. В переводе Давлетшина все они названы шлюзами. В довоенное время в Средней Азии существовали специальные отряды сипайчи – речных гидротехников из коренных жителей, которые возводили и укрепляли упомянутые шлюзы.

3. Некоторые законы противоречивы, а иногда неверны. Возможно, их смысл искажён при переводе. Полностью признавая авторитет Давлетшина как знатока Древнего Туркестана и авторитет профессора А.Э. Шмидта как арабиста, заметим, что при переводе могли быть допущены искажения смыслового значения работы шлюзов и гидрологического режима реки, т.к. это требует специальных технических знаний. Поэтому представляет большой интерес продолжить работу Давлетшина с привлечением современных знатоков арабского языка, современных знаний по истории орошаемого земледелия, по гидрологическому режиму трансграничных рек, а также сложившейся конъюнктуры межгосударственных отношений, т.е. современных юридических знаний и опыта.