

*Қазақстан Республикасының  
қоршаған ортаны қорғау Ми-  
нистрлігі*

«Қазгидромет» Республикалық  
мемлекеттік кәсіпорны

*Министерство охраны окружаю-  
щей среды Республики Казахстан*

Республиканское государственное  
предприятие «Казгидромет»

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ**

әр тоқсанда шығарылатын  
ғылыми-техникалық журнал

**№ 2**

# **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
2007

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.М. Зейнуллин

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Н.И. Ивкина, канд. геогр. наук, Е.Ж. Муртазин, канд. геол.-мин. наук

### *Ответственный секретарь*

Т.П. Строева

### *РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ*

Р.Г. Абдрахимов, канд. техн. наук; Е.В. Антипова, канд. геогр. наук; М.Ж. Бурлибаев, доктор техн. наук; В.В. Голубцов, канд. геогр. наук; С.А. Долгих, канд. геогр. наук; Ж.Д. Достай, доктор геогр. наук; Р.И. Гальперин, доктор геогр. наук; А.Б. Калелова, канд. геогр. наук; В.И. Ли, канд. техн. 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; В.С. Чередниченко, доктор геогр. наук; С.П. Шиварева, канд. техн. наук; Р.К. Яфязова, канд. геогр. наук; Е.И. Васенина, Галаева О.С. (компьютерная сборка).

Переводы на казахский язык:

А.У. Ортбаева (секретарь)

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

### № 2 (45)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

---

<i>Адрес редакции:</i>	<i>050022, Алматы, пр. Абая, д. 32, к. 420</i>
<i>Телефон:</i>	<i>(3272) 54-22-63</i>
<i>E-mail:</i>	<i>caspian_almaty@mail.ru</i> <i>http://www.meteo.kz</i>

---

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

---

Отпечатано в ТОО «Рейс. Издательство и Полиграфия».

050002, г. Алматы, ул. Валиханова, 45. Тел.: (3272) 267-70-90; 234-78-12

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

<b>Б.О. Баймагамбетов</b> К вопросу о прогнозировании селевой опасности в Алматинском регионе. ....	7
<b>В.В. Вьюрков</b> Агроклиматические условия возделывания озимых и яровых культур в Приуралье. ....	14
<b>О.С. Галаева, В.П. Идрисова</b> Климатические особенности пыльных бурь Приаралья. ....	27
<b>К.И. Десятова</b> Статистические характеристики температуры воздуха зимой в Восточном Казахстане. ....	41
<b>А.С. Нысанбаева</b> Климато-терапевтический и рекреационный потенциал Западно-Казахстанской области. ....	48
<b>И.А. Саидаминов, А.Г. Сейтбурханов</b> Некоторые изменения в климате Баткенской области Кыргызской Республики. ....	59
<b>Н.И. Ивкина, Л.М. Соколова</b> Температурный режим морской воды в районе порта Баутино. .	66
<b>А.У. Ортбаева</b> Изменение основных характеристик гидрологического режима р. Есиль под влиянием хозяйственной деятельности. ....	73
<b>А.О. Али Номан</b> Водные ресурсы бассейна р. Илек. ....	80
<b>Марс Т. Нарбаев</b> Совершенствование методики определения расхода притока в водохранилище. ....	86
<b>С.М. Романова</b> Теоретические основы и методология исследований антропогенной трансформации гидрохимического режима водоемов аридных зон. .	93
<b>Р.Ю. Токмагамбетова</b> Принципы и методы картографирования эколого-демографических процессов. ....	101
<b>М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, П.В. Шведовский, Д.Ш. Нурмаганбетов</b> Проблемы прогнозирования эколого-фитоценологических изменений при агротрансформации ландшафтов больших территорий. . .	116

<b>М.Б. Кошумбаев</b>	
Проблемы экологии г. Алматы и пути решения. ....	128
<b>С.Н. Досбергенов</b>	
Каспий өңірінің мұнаймен ластанған топырақтары. ....	136
<b>А.С. Нуркеев, А.К. Казбекова, С.С. Нуркеев</b>	
Исследование фильтрационных свойств твердых бытовых отходов. . .	142
<b>Ж.М. Жаппарова</b>	
Изучение содержания и миграции тяжелых металлов в подземной воде и почвогрунтах в районе расположения полигона захоронения ТБО. ....	148
<b>У.Ш. Мусина, С.С. Нуркеев, Л.С. Курбанова, Г.Б. Жаркенбаева, Г.Р. Ахмедова</b>	
Изучение коагулирующих свойств нового неорганического коагулянта.	156
<b>Марс Т. Нарбаев</b>	
Определение природоохранного расхода воды рек Южного Казахстана. .	167
<b>И.С. Захарова, Б.У. Махмадалиев, М.Т. Сафаров</b>	
Анкетирование пользователей гидрометеорологической информации в Республике Таджикистан. ....	172
<b>ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ</b>	
<b>А.Б. Калелова, Т.Г. Царева</b>	
О состоянии окружающей среды Республики Казахстан в 2006 г.	177
<b>Э.А. Турсунов, И.О. Сыдыкова, Ж.К. Турениязова, А.М. Бажиева</b>	
Краткая информация о состоянии окружающей среды бассейна оз. Балхаш за первое полугодие 2007 г.. ....	188
<b>ХРОНИКА</b>	
К 75-летию Е.Н. Вилесова .....	197

## SCIENTIFIC ARTICLES

<b>B.O. Baimagambetov</b>	
To a question of mudflow hazard forecasting in the Almaty region. . . .	7
<b>V.V. V'yurkov</b>	
Agroclimatik conditions of winter and spring wheat growing in Ural region. . . . .	14
<b>O.S. Galayeva, V.P. Idrissova</b>	
Climatic characteristics of dust storms in Aral region. . . . .	27
<b>X.I. Dessyatova</b>	
Air temperature statistical characteristics for the East Kazakhstan in winter. . . . .	41
<b>A.S. Nyssanbayeva</b>	
Climatic-therapeutic and recreational potential of the West Kazakhstan oblast. . . . .	48
<b>I.A. Saidaminov, A.G. Sejtburhanov</b>	
Some changes in the Batken area climate of the Kirghiz Republic. . . .	59
<b>N.I. Ivkina, L.M. Sokolova</b>	
Sea water temperature conditions in area of Bautino port. . . . .	66
<b>A.U. Ortbayeva</b>	
Esil' River hydrological regime main indexes change under the management influence. . . . .	73
<b>A.O. Ali Noman</b>	
Water Resource of the Ilek River Basin. . . . .	80
<b>Mars T. Narbayev</b>	
Technique development of the onflow discharge assessment to a man-made lake. . . . .	86
<b>S.M. Romanova</b>	
Researches theory and methodology of anthropogenous transformation of a hydrochemical mode of the arid zones reservoirs. . . . .	93
<b>R.YU. Tokmagambetova</b>	
The principles and methods of the ecological and demographic processes mapping. . . . .	101
<b>M.ZH. Burlibayev, A.A. Volchek, P.V. SHvedovsky, D.SH. Nurmaganbetov</b>	
Forecasting problems of the ecology-phytocoenotic changes at the agrotransformation landscapes of the large territories. . . . .	116
<b>M.B. Koshumbayev</b>	
Problems of the of Almaty city ecology and the solution ways. . . . .	128

<b>S.N. Dosbergenov</b>	
Soils, contaminated by oil, in the area, adjacent to the Caspian Sea. . . .	136
<b>A.S. Nurkeyev, A.K. Kazbekova, S.S. Hurkeyev</b>	
Filtration properties test of the human refuse. . . . .	142
<b>Zh.M. Zhapparova</b>	
Distribution and migration of heavy metals in the underground water and the soils in area of an arrangement of municipal solid waste landfill	148
<b>U.S.H. Musina, S.S. Nurkeyev, L.S. Kurbanova, G.B. ZHarkenbayeva, G.R. Akhmedova</b>	
Study the coalugating properties of new inorganic coagulant. . . . .	156
<b>Mars T. Narbayev</b>	
Estimation of the environmental discharge for the Southern Kazakhstan rivers. . . . .	167
<b>I. Zakharova, B. Makhmadaliev, M. Safarov</b>	
Questionnaire survey of the hydrometeorological data users in the Republic of Tajikistan. . . . .	172
<b>REVIEWS AND CONSULTATIONS</b>	
<b>A.B. Kalelova, T.G. TSareva</b>	
About state of the Republic Kazakhstan environment in 2006 year. . . .	177
<b>E.A. Tursunov, I.O. Sydykova, ZH.K. Tureniyazova, A.M. Bazhiyeva</b>	
Brief information about the Balkash Lake basin state of environment for first half 2007 year. . . . .	188
<b>CHRONICLE</b>	
To E.N. Vilesov's 75-anniversary. . . . .	197

---

УДК 551.311.21:627.141.2

## К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ В АЛМАТИНСКОМ РЕГИОНЕ

Б.О. Баймагамбетов

*Достоверность пространственного и временного прогнозирования селевых явлений в решающей мере определяет эффективность стратегии защиты от селей. Прогнозирование селей приобретает в условиях активной урбанизации горных и предгорных территорий особую роль. Это необходимо для строительства олимпийского комплекса, использования богатства природно-климатических зон юго-востока Казахстана в рекреационных целях.*

Рациональное использование природных ресурсов в горных и предгорных районах невозможно без надежного пространственного и временного прогнозирования селевых явлений, имеющего особо важное значение при перспективном планировании освоения территорий, подверженных воздействию селей.

Под пространственным прогнозированием селей обычно понимают оценку селеопасности территории, в том числе определение границ зон формирования, движения и остановки (отложения) селевых потоков, частоту повторения селевых явлений, их генезис, расходы и объемы, плотность селевой смеси и ее основные реологические свойства (вязкость, пластичность), гранулометрический состав твердой фазы смеси. Результаты пространственного прогнозирования селей представляются в виде карт, каталогов, атласов и другого справочного материала. Эти данные находят применение при составлении генеральных планов городов и других населенных пунктов, проектировании их инфраструктуры, выделении земель под нужды промышленного и сельскохозяйственного производства, зон рекреации, планирования противо-селевых мероприятий и т.д. Под прогнозированием селей во времени подразумевают: оценку длительности многолетнего периода активизации селевых явлений и его начала, определение длительности (в пределах года) интервала времени, в течение которого могут создаваться условия, благоприятствующие формированию селей, время зарождения селея (в пределах суток), продолжительность селевого явления, время достижения фронтом селея той или иной точки селевого бассейна.

По заблаговременности прогнозы селей могут быть подразделены на долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные. Долгосрочные прогнозы, заблаговременность которых может составлять от нескольких десятков до нескольких сотен лет, имеют большое значение при перспективном планировании хозяйственной деятельности на территориях, подверженных воздействию селей, причем это воздействие может носить как прямой, так и косвенный характер. Среднесрочные прогнозы, заблаговременность которых – от нескольких месяцев до нескольких лет, могут использоваться при планировании бизнеса, обладающего относительно малыми сроками окупаемости. Основное назначение краткосрочных прогнозов (с заблаговременностью от нескольких суток до нескольких минут) – уменьшить потери, связанные с утерей здоровья и жизни людей.

Долгосрочному и среднесрочному прогнозированию селей на северном склоне Заилийского Алатау до последнего десятилетия 20 века уделялось незаслуженно малое внимание. Основные усилия были сосредоточены на создании прогнозов, призванных обеспечивать безопасность пребывания людей в горной местности в теплый период года.

Изучение условий формирования селей на северном склоне Заилийского Алатау позволило А.Ф. Литовченко сделать вывод о том, что селеопасные паводки могут возникать при выпадении дождей, слой которых превышает 40 мм. Важную роль при этом, по его мнению, играет предшествующее увлажнение [5]. Такого же мнения о величине селеформирующих осадков придерживались сотрудники КазНИГМИ (С.П. Кавеций, Р.С. Голубов, В.Р. Рындина, Т.А. Есеркепова) [3]. Однако тот факт, установленный Т.А. Есеркеповой, что в 19 случаях выпадения дождей со слоем 60 мм лишь в 4 случаях формировались сели, свидетельствовал о существенном влиянии на процессы формирования селей других факторов: подстилающей поверхности, предшествовавшего увлажнения, положения нулевой изотермы, температуры воздуха в предшествующие дни и др. Последовательным пропагандистом идеи о необходимости использования при прогнозе селей информации обо всех важнейших факторах селеобразования был М.Ж. Жандаев. Он считал, что основные характеристики геолого-геоморфологических факторов селеобразования должны определяться заранее. Близкие позиции по вопросам прогнозирования селей дождевого генезиса занимали Г.Н. Голубев, С.М. Флейшман и А.И. Зак. Потенциальная плодотворность такого подхода к прогнозу селей не вызывает сомнений,



однако до настоящего времени не удается достаточно надежно прогнозировать метеорологический фактор (место, время, интенсивность, продолжительность и фазовый состав выпадения осадков), в конечном счете определяющий: быть или не быть селю. В такой ситуации затраты времени и средств на определение, с малой погрешностью, характеристик геолого-геоморфологических факторов представляются нецелесообразными.

Поскольку до настоящего времени не разработаны методы прогноза метеорологических характеристик осадков, необходимых для прогноза дождевых селей и обладающих высокой оправдываемостью, а прогноз осадков носит фоновый характер, достоверность прогноза селей невелика. Краткосрочный прогноз селей носит фоновый характер, т.е. распространяется на весь северный склон Заилийского Алатау. Такое прогнозирование селей осуществляется с целью предупреждения населения, а также соответствующих служб МВД и МЧС о потенциальной опасности пребывания в горной местности, подверженной воздействию селей.

В летний период времени ГУ Казселезащита создает в высокогорной зоне сеть наблюдательных пунктов с целью получения информации о селеформирующих факторах, в том числе о прорыве водоемов моренно-ледниковых комплексов. Эта информация используется при оперативной оценке степени селеопасности.

Развернутая в основных речных бассейнах (в период существования СССР) сеть радиооповестителей селей, сигнализировавших о прохождении селей через створы с известными координатами, к настоящему времени физически и морально устарела и не функционирует. Сейсмические системы оповещения о селевой опасности, разработанные и успешно испытанные в системе Госкомгидромета СССР к 1990 г., не были внедрены из-за развала страны.

В 2003 г. Казселезащитой были проведены испытания опытных экземпляров автоматизированных пунктов контроля селевых потоков системы «Селеинфо», передача данных осуществлялась по спутниковым каналам связи в реальном масштабе времени. По результатам испытаний сделано заключение о ее работоспособности [1].

Функционировавшие ранее и созданные к настоящему времени системы оповещения о селевой опасности позволяют сигнализировать о прохождении селей и получать данные о важнейших их характеристиках: расходе и скорости движения на всем протяжении селевого процесса. Эта

информация может быть использована для расчета объема селя, дальности селевого выброса, времени достижения селом тех или иных створов и т.д. К недостаткам систем оповещения о селевой опасности следует отнести относительно небольшую степень предупреждения, составляющую от единиц до нескольких десятков минут. Так, селя 1973 года в бассейне р. Киши Алматы (р. Малой Алматинки) преодолел 8-километровый путь от метеостанции Мынжилки до плотины в урочище Медеу за 12...13 минут [2]. При наличии надежной связи и функционировании в то время службы ЧС, эти минуты могли спасти жизни не менее 70 человек [4]. Увеличить заблаговременность оповещения об угрозе селей в описываемом районе можно путем установки датчиков уровня воды в прорывоопасных водоемах моренно-ледниковых комплексов и датчиков интенсивности и продолжительности жидких осадков, своевременной передаче получаемых данных в прогностические центры, подразделения МЧС и МВД.

Стремительные темпы урбанизации предгорных территорий Казахстана в последние столетия намного опережали уровень знаний о природе селевых явлений. Нетрудно согласиться с утверждением авторов [6] (речь идет о г. Алматы) о том, что «... Строительство этого города на мощном селевом конусе выноса является печальным примером недоучета природных закономерностей...». Форт, а затем г. Верный, были основаны на живописных берегах горной реки Киши Алматы в середине 19 века. Достаточно широкая, углубленная на несколько метров относительно поверхности конуса выноса пойма реки вселяла в людей уверенность в том, что паводки, образующиеся в результате снеготаяния и выпадения ливней в летний период, не могут наносить существенный ущерб. На то, что река не выходила из берегов, указывал лессовый покров конуса выноса, на котором отсутствовали речные отложения. В противном случае его легкоразмываемая поверхность была бы изборождена промоинами, свидетельствующими о потенциальной опасности. На то обстоятельство, что в нескольких сотнях метров западнее русла реки Киши Алматы находилось сухое русло, не обращали особого внимания: и на равнине реки меняют русла. Со временем это русло было засыпано, и на его месте строились дома, пролагались улицы.

Однако среди коренного населения сохранялись предания о мощном селе, имевшем место несколько десятилетий назад и принесшем такие бедствия, что оставшиеся в живых покинули насиженные места и откочевали в пределы Китая. Хотя достоверных сведений об этой

катастрофе не имеется [3], «... первые упоминания о селезащитных мероприятиях в районе г. Алма-Аты восходят к генплану застройки укрепления Верного (архитектор Гурдэ, 1868 г.)» [8].

Сель 1921 года, возникший в результате выдающегося ливня в верховьях р. Чимбулак (бассейн р. Киши Алматы), разрушил восточную часть г. Алматы. Сохранившиеся улицы были перекрыты селевыми отложениями, представлявшими собой глыбы и более мелкие фракции, погруженные в густую грязь. Тем не менее, еще несколько десятилетий среди научных работников и проектировщиков селезащитных сооружений преобладало мнение о селе, как о мощном паводке, несущем большое количество наносов. Поскольку расход селя 1921 года оценивался в сотни и даже первые тысячи кубометров в секунду, считалось, что дожди, способные формировать такие паводки, выпадают один раз в 10 000 лет или даже еще реже. Именно эта цифра была заложена в основу стратегии защиты от дождевых селей городов и населенных пунктов, расположенных на конусах выноса рек северного склона Заилийского Алатау.

Мощным толчком к сооружению селехранилищ во второй половине 20 века послужили сели гляциального генезиса 1958 и 1963 гг. в бассейне р. Иссык, приведшие к уничтожению одноименного озера, гибели людей и большому материальному ущербу. Усиление противоселевых мероприятий, в частности превентивное опорожнение селеопасных водоемов, осуществляемое Казселезащитой, на какое-то время сгладило остроту проблемы борьбы с селями, в основе которой лежало сооружение селехранилищ, образуемых плотинами, возводимыми в горных долинах. Объяснялось это, прежде всего тем, что практически до конца 20 века не существовало достоверных методов оценки селевой активности селевых бассейнов. В качестве «эталона» надежности защиты от селей принималось селехранилище в урочище Медеу, хотя характеристики селеформирующих факторов бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау существенно различались. Считалось, что главной задачей селехранилища является задержание одного мощного селя. С большой долей вероятности можно утверждать, что с поставленной задачей существующие селехранилища справятся. Однако сведения о прохождении селя 1956 года в бассейне р. Киши Алматы, когда из внутриледниковых емкостей излилось более 1 млн. м<sup>3</sup> воды, вызывают обоснованные сомнения в полной защищенности г. Алматы от гляциальных селей. При излиянии такого объема воды с расходом,

превышающим критический, как это следует из результатов оценки характеристик селя 1973 г. в том же бассейне, мог образоваться сель с объемом около 20 млн. м<sup>3</sup>, что в два раза превышает объем селехранилища в урочище Медеу. В связи с этим, разработку методов обнаружения и опорожнения подземных водоемов моренно-ледниковых комплексов необходимо возвести в ранг первоочередных задач обеспечения противоселевых мероприятий.

Результаты исследований влияния изменения климата на селевую активность свидетельствуют о большой вероятности резкого возрастания селевой опасности в горных и предгорных районах южного Казахстана. Приводятся данные о неадекватности современной системы селезащиты селевой активности даже в условиях современного климата [7]. В связи с расширением территории г. Алматы, сопровождающимся значительным увеличением численности и плотности населения, масштабной реконструкцией инфраструктуры и архитектурного облика города, предложениями о создании вокруг г. Алматы городов-спутников, наиболее предпочтительным местом дислокации которых, на первый взгляд, являются конусы выноса крупных рек северного склона Заилийского Алатау, назрела настоятельная необходимость переоценки риска хозяйственной деятельности в его предгорной зоне, обусловленного современной и потенциальной селевой опасностью, разработки Генерального плана защиты территории Казахстана от селей, базирующегося на современных представлениях о природе селей и методах борьбы с ними.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баймолдаев Т.А., Виноходов В.Н. Казселезащита – оперативные меры до и после стихии. – Алматы.: Изд-во «Бастау», 2007. – 283 с.
2. Виноградов Ю.Б., Земс А.Э., Хонин Р.В. Селевой поток 15 июля 1973 г. на Малой Алматинке // Селевые потоки. – М.: Гидрометеиздат, 1976. – № 1. – С. 60-73.
3. Дуйсенов Е.Д. Селевые потоки в Заилийском Алатау. – Алма-Ата.: Изд-во «Казахстан», 1971. – 192 с.
4. Квятковский О. Алма-Ата в объятиях «дракона» // Казахстанская правда. – 2006. – 7 июля. – № 168–169 (25139–25140). – С. 19.
5. Литовченко А.Ф. Экспериментальное изучение элементов водного баланса горных водосборов. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1986. – 188 с.
6. Серебряный Л.Р., Орлов А.В. Тянь-Шань глазами гляциолога.– М.: Наука, 1988. – 124 с.

7. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Концепция защиты от селей г. Алматы в условиях изменяющегося климата // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №1. – С. 67-79.
8. Хегай А.Ю., Земс А.Э., Зиневич Ю.Н., Квасов А.И. Развитие представлений о природе селевых явлений и характере необходимых противоселевых мероприятий в районе г. Алматы // Проблемы противоселевых мероприятий. – Алма-Ата, 1986. – С. 62-71.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

### **АЛМАТЫ АЙМАҒЫНДАҒЫ СЕЛ ҚАУІПІ БОЛЖАУЛАРЫ ТУРАЛЫ СҰРАҚТАР**

Б.О. Баймағамбетов

*Су тасқыны қауіпінен қорғану шараларының тиімділігін көп жағдайда су тасқыны құбылыстарының кеңістік және уақыттық болжауларының анықтығы шешеді. Су тасқының болжаудың қажеттілігі таулы және тау бөктері аймақтарының белсенді топталуы, олимпиялық кешендер салу, демалыс орындарын салу мақсатында Қазақстанның оңтүстік-шығыс табиғи-климаттық зоналарының байлықтарын пайдалану кезінде туындайды.*

УДК 631.581 (574.1)

**АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМЫХ И ЯРОВЫХ КУЛЬТУР В ПРИУРАЛЬЕ**

Доктор с.-х. наук В.В. Вьюрков

*Исследованы особенности влияния агроклиматических ресурсов сухостепной зоны Приуралья на зерновые культуры при их возделывании в полевом севообороте по черному пару. Получены параметры влаго- и теплообеспеченности озимых и яровых культур в межфазные периоды активной вегетации. Установлено, что за счет более эффективного использования агроклиматических ресурсов биологический потенциал озимых в 2,6...2,8 раза выше, чем у яровой пшеницы.*

Сухостепная зона Заволжской провинции [8, 9] в Приуралье охватывает южные отроги Общего Сырта и Предсыртового уступа, западную часть Подурального плато и северную часть Прикаспийской низменности.

Климат региона, находящегося на стыке Европы и Азии, отличается континентальностью. Для сухостепной зоны характерна неустойчивость и дефицитность атмосферных осадков, малоснежье и сильное сдувание снега с полей, большая сухость воздуха и почвы, интенсивность процессов испарения и обилие прямого солнечного освещения в течение всего вегетационного периода [2, 3]. Продолжительность холодного периода с температурой ниже 0 °С составляет 150...155 дней. Устойчивый снеговой покров сохраняется обычно 4...4,5 месяцев. При максимальной высоте 25...30 см запас воды в снеге колеблется в пределах 75...95 мм. Для зимних месяцев характерна большая неустойчивость температуры воздуха: возможны суровые морозы до минус 40...45 °С и оттепели с дневными температурами 5...10 °С в течение 1...3 дней в месяц. Среднемесячная многолетняя температура в январе и феврале составляет минус 14,0...14,2 °С. Продолжительность весны в условиях температурных границ (0...15 °С) составляет 1,5 месяца. Весна засушливая с повышенной ветровой деятельностью, которая усиливает транспирацию и иссушает почву, подвергает её дефляции. Осадки очень варьируют: в отдельные весны их выпадает в 3...4 раза больше нормы, а в сухие – они совершенно отсутствуют. Летний сезон характеризуется жаркой, очень сухой и ясной погодой. Средняя температура воздуха

в дневные часы в июне 24...28 °С, июле – 27...31 и в августе – 25...28 °С. Абсолютный максимум температуры воздуха – 41...42 °С. Продолжительность летнего сезона около 4 месяцев, период с температурой выше 0 °С составляет 210...215 дней. Устойчивый переход среднесуточной температуры через 5 °С наступает в середине сентября, через 0 °С – в начале ноября.

Главными элементами климата, влияющими на рост и развитие растений, является тепло и влага. Подтип теплового режима – теплый, промерзающий. Средняя продолжительность периода вегетации в зоне 150...160 дней, длина безморозного периода 139...154 дней. Теплообеспеченность почв хорошая [2], сумма активных температур выше 10 °С составляет 2700...2800 °С. Основным источником увлажнения являются атмосферные осадки. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 260...300 мм с колебаниями 142...642 мм. За теплый период с температурой выше 10 °С средняя высота осадков составляет 100...135 мм. За вегетационный период зерновых культур (май – июль) выпадает в среднем 28,5 % суммы годовых осадков; остальная часть приходится на послеуборочный и холодный периоды года. Коэффициент использования осадков летнего периода низкий и они начинают накапливаться лишь в осенние месяцы. Установившееся распределение осадков определяет тесную зависимость урожаев всех возделываемых культур от агротехнических мероприятий, направленных на создание максимально возможных весенних запасов почвенной влаги за счет атмосферных осадков. В.Н. Димо [2] отмечает, что в Заволжской провинции сухостепной зоны запасы продуктивной влаги в вегетационный период переходят градацию недостаточного увлажнения и характеризуют его как необеспеченный влагой. Недостаток осадков вызывает большой разрыв между испаряемостью и испарением. Для агрометеорологического поста Уральск эти показатели составляют соответственно 900 и 245 мм, а разрыв – 655 мм при гидротермическом коэффициенте (ГТК) – 0,4...0,6 [7].

Важным показателем климата подзоны является относительная влажность воздуха. В холодный период года с ноября по март она выше 70 %, а с наступлением весенних дней быстро падает и в июне – августе колеблется в пределах 36...37 %. Число дней с относительной влажностью менее 30 % составляет в среднем 13...16 за месяц. Низкая относительная влажность воздуха резко увеличивает интенсивность физического испарения почвенной влаги и её расход растениями на транспирацию.

Засушливость вегетационного периода является характерной чертой климата региона. В сухостепной зоне Приуралья [1] засухи проявля-

ются повсеместно и за период 1896...1995 гг. повторяемость их различных типов составила: ранняя-весенняя – 7, весенне-летняя – 21, летне-осенняя – 19, комбинированная (перемежающаяся) – 17, устойчивая (сплошная) – 18, без засухи – 18 % от общего числа лет. За последние 50 лет нередки случаи, когда засуха продолжалась большую часть вегетационного периода и приводила к снижению средней урожайности зерновых культур по области до 1,0...4,0 ц/га (1947...1949, 1952, 1954, 1955, 1957, 1967, 1972, 1975, 1977, 1982, 1987, 1995). Часто атмосферная засуха сочетается с почвенной и проявлением суховеев. За период апрель – сентябрь число дней с суховеями слабой интенсивности достигает 45...50, средней – 25...35. Интенсивные суховеи наблюдаются в течение 10...15 дней за теплый период, очень интенсивные – 3...6 дней, а в отдельные годы их продолжительность достигает 15...20 дней. Неблагоприятными факторами в период вегетации растений являются град, сильный ветер и пыльные бури. Следовательно, в условиях сухостепной зоны Приуралья важнейшей задачей научно-исследовательских учреждений является разработка системы агрономических мероприятий, направленных на борьбу за накопление, сбережение и более рациональное использование почвенной влаги полевыми культурами, обеспечивающих устойчивое ведение земледелия на фоне постоянного проявления различных типов засух. Основными из них являются: черные и кулисные пары под озимые хлеба, посевы поздних яровых культур, плоскорезная обработка почвы, разбрасывание соломы, снегозадержание.

Опытные поля Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир Хана, где проводились полевые исследования, расположены в подзоне темно-каштановых почв сухостепной зоны Приуралья, составляющих основной земледельческий фонд области.

Темно-каштановые нормальные почвы очень распространены, формируются на плоских повышенных водораздельных участках и в первой части пологих склонов. Содержание гумуса в слое почвы 0...10 см составляет 3,1...3,7 %, в слое 20...30 см – 2,6...3,0 %. Содержание подвижного калия высокое, а подвижного фосфора и легкогидролизуемого азота – низкое. Темно-каштановые нормальные почвы относятся, как правило, к легкосуглинистым и тяжелосуглинистым разновидностям. По классификации [5] эти почвы относятся в основном ко второму классу земель первой категории, используемых в земледелии без коренных улучшений и орошения. Темно-каштановые почвы отличаются распаханностью и почти полным отсутствием участков с естественной растительностью.



Почва опытного участка темно-каштановая тяжелосуглинистая сред-  
немошная. Пахотный слой почвы содержит гумуса – 3,1 % , валового азота и  
фосфора соответственно 0,3 и 0,14 %. Обеспеченность подвижными формами  
азота – повышенная, фосфора – средняя и калия – высокая. Почва в полуто-  
раметровом слое вмещает 672,5 мм влаги, а удерживает – 481,3 мм, из кото-  
рых продуктивная составляет 236,7 мм, в пахотном – соответственно 160,8;  
102,1; 57,6 мм (табл. 1). Плотность почвы изменяется от 1,18...1,28 г/см<sup>3</sup> в  
пахотном слое до 1,65...1,66 г/см<sup>3</sup> на глубине 80...120 см.

Таблица 1

Агрофизические свойства темно-каштановой почвы опытного участка

Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>		Почвенно-гидрологические константы, мм			
	средняя	твердой фазы	ПВ	НВ	ВУЗ	ДАВ
0...30	1,23	2,64	160,8	102,1	44,5	57,6
0...50	1,27	2,68	262,5	165,8	77,5	88,3
0...100	1,43	2,70	472,6	324,1	161,3	162,8
0...150	1,50	2,71	672,5	481,3	244,6	236,7

*Примечание:* ПВ – полная влагоемкость, НВ – наименьшая влагоемкость,  
ВУЗ – влажность устойчивого завядания, ДАВ – диапазон активной влаги.

Схемой опыта предусматривалось возделывание в 4-польном по-  
левом севообороте по черному пару озимой ржи и яровой пшеницы. Раз-  
мер делянки 1200 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 640 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте –  
четырёхкратная. Сопутствующие наблюдения и исследования в опытах  
проводились в соответствии с программой по общепринятой методике. В  
опытах применялась рекомендованная зональная агротехника с учетом скла-  
дывающихся особенностей в отдельные годы и новых научных разработок.  
Возделывали районированные сорта зерновых культур: озимая рожь – Сара-  
товская 4 и Саратовская 5; яровая пшеница – Саратовская 42.

В годы исследований среднегодовая температура воздуха составила  
5,8±0,3 °С и превышала норму на 1,1 °С или 23 %. Из 16 лет в 4 случаях от-  
клонения от среднегодового значения не превышали 10 %, 3 года темпе-  
ратура была выше нормы на 11...25 % и 6 лет – на 26...50 %, а в 1983 и  
1995 гг. – на 60...68 %. Отклонение среднегодовой температуры воздуха в  
сторону уменьшения в 1,5 раза отмечено в 1994 г. Размах колебаний темпера-  
туры по годам достигал 4,8 °С, а её варьирование (V) – 20,7 %. Средний темп  
прироста температуры за период исследований составил 3,4 %, преимуще-  
ственно за счет весенних месяцев (5,9 %). На среднегодовой показатель силь-

но влияет температура зимы ( $R = 0,805$ ), весны ( $R = 0,746$ ) и осени ( $R = 0,715$ ).

Средняя высота слоя осадков за годы исследований на 17 % превысила многолетний показатель и составила  $366 \pm 23$  мм. Восемь лет отклонения не превышали 10 %, четыре года высота слоя осадков была больше на 11...50 %, а в 1993 и 1992 гг. – соответственно в 1,6 и 2,0 раза. Уменьшение слоя осадков на 11...25 % отмечалось в 1981 и 1988 гг. Размах колебаний по годам составил 348 мм ( $V = 25,1$  %) и имел тесную связь с увлажнением летнего периода ( $R = 0,978$ ) и среднюю с зимними осадками ( $R = 0,497$ ). Зависимость урожайности зерновых от годовой высоты слоя осадков средняя, но связи относительно теснее у озимых ( $R = 0,428...0,452$ ), чем у яровой пшеницы ( $R = 0,306$ ).

Ход метеоэлементов по периодам года отличался неравномерностью, что оказывало влияние на продуктивность культур.

Осень (сентябрь – ноябрь). Среднемноголетняя температура осенних месяцев составляла  $5,7 \pm 0,4$  °C ( $V = 27,5$  %) и в годы исследований 12 раз отклонялась в сторону увеличения и четыре раза – уменьшения. Наиболее высокие температуры отмечены в 1982, 1992 и 1995 гг. ( $7,3...7,6$  °C), а низкая в 1994 г. ( $1,5$  °C). Сезонная высота слоя осадков в среднем за годы исследований составила  $100,8 \pm 7,5$  мм ( $V = 29,8$  %) при норме 86 мм. 13 лет отмечались отклонения в сторону увеличения увлажненности, особенно в 1986 и 1993 гг. (1,8...2,0 раза). Уменьшение высоты слоя осадков до 70...72 % от нормы имело место в 1980 и 1983 гг. В среднем за период исследований увлажнение октября и ноября было на уровне многолетних значений, а в сентябре высота слоя осадков возрастала в 1,6 раза. За осенние месяцы средние темпы прироста осадков составили 4,7 %, температуры – 1,5 %.

Зима (декабрь – февраль). Для сезона характерно превышение среднемноголетней температуры от 1,0 до 8,4 °C, за исключением отдельных лет, когда отклонения были небольшими (1988, 1994 гг.) или отсутствовали (1987). За период исследований только в 1985 г. средняя температура зимних месяцев была на 0,4 °C ниже нормы, что привело к снижению температуры на глубине узла кущения озимых культур до минус 19 °C и полной гибели пшеницы по чистому пару. В другие годы температура на глубине узла кущения составляла минус 4,5...15,0 °C. Между урожайностью озимых и температурой зимы имеется средняя зависимость ( $R = 0,531...0,548$ ). Высота осадков за сезон равнялась  $76,6 \pm 5,45$  мм ( $V = 28,5$  %) и превысила средне-

многолетний показатель на 26 %. Особенно многоснежными были зимы в 1983, 1984, 1986, 1987, 1990 и 1992 гг., а в 1980, 1988 и 1993 гг. осадков выпадало меньше нормы. Колебания высоты слоя осадков по месяцам в годы исследований составили: декабрь – 8,6...53,0 мм, январь – 7,7...51,8 и февраль – 0,2...36,8 мм. Зимние осадки во многом определяют величину влагозарядки почвы и урожайность яровой пшеницы ( $R = 0,646$ ), а на озимые культуры их влияние менее выражено ( $R = 0,433...0,468$ ). В совокупности с осенними осадками в 14 из 16 лет исследований условия увлажнения находились на уровне или выше многолетнего показателя.

Весна (март – май). В среднем за годы исследований сезонная температура воздуха составила  $6,0 \pm 0,4$  °C ( $V = 27,9$  %). Отклонение температуры воздуха более чем на 10 % в сторону увеличения отмечено девять раз, уменьшения – однажды. Наиболее теплой была весна в 1990 и 1995 гг. – 8,4...10,8 °C при норме 4,8 °C, прохладной в 1987 г. – 3,4 °C. В среднем увеличение температуры воздуха в марте и апреле составило соответственно 1,2 и 1,8 °C. Средняя обеспеченность осадками весенних месяцев соответствовала норме, однако девять лет отмечалось их уменьшение более чем на 10 %, а в 1991 г. – в 1,8 раза, 1984 г. – 2,6 и в 1986 г. – в 4,2 раза. Пять лет высота слоя осадков за сезон превышала многолетний показатель более, чем на 10 %, в том числе в 1980 и 1994 гг. – на 56 %. Среднемесячная высота слоя осадков за годы исследований находились в пределах нормы –  $66,6 \pm 7,0$  мм при высоком коэффициенте вариации (42,2 %) по годам. Так, в марте интервал колебаний выпадения осадков составил 0,6...40,5 мм, апреле – 2,6...60,0 и мае – 1,4...43,2 мм. Наиболее засушливые условия в весенние месяцы с положительной температурой (апрель и май) сложились в 1980, 1982, 1984, 1986 гг., когда выпадало 8,1...23,4 мм осадков или 16...47 % от нормы. Это является одной из главных причин неустойчивых урожаев зерновых культур, особенно яровых.

Лето (июнь – август). В среднем за годы исследований сезонная температура воздуха находилась на уровне многолетней, при этом июнь был теплее, а август холоднее обычного на 0,6 °C. Температура летом была относительно стабильной по годам ( $V = 7,0$  %). Отклонения более чем на 10 % в сторону увеличения были в 1981 и 1988 гг., а уменьшения – в 1994 г. По исследованиям НИИСХ Юго-Востока [10], в весенних запасах влаги в почве около 50...60 % приходится на зимние осадки, однако их значение на каштановых почвах в связи с уменьшением снегового покрова снижается. Поэтому в сухостепной зоне Приуралья важное значение наряду с весенними осадками имеют летние. Обеспеченность осадками летнего сезона на 30 %

превышала норму, что связано, главным образом, с обильным увлажнением территории в отдельные месяцы. Так, по 90...102 мм осадков при норме 26...36 мм выпадало в июне 1984 и 1993 гг., июле 1992 и 1994 гг., августе 1990 г. В августе 1992 г. имел место рекордный показатель высоты осадков – 201,5 мм, что составляет более 6 месячных норм или 65 % годовой суммы. В 1992 г. за лето выпало 312,7 мм осадков (годовая норма), в 1993 г. – 208,5 мм (67 %) и в 1990 г. – 167,4 мм (54 %). Вместе с тем отдельные годы отличались сильной засушливостью. Так, за летний сезон 1981 и 1988 гг. выпало осадков 45...46 % нормы, 1995 г. – 78, 1991 г. – 82, 1985 г. – 93 %. Для летних месяцев характерно сильное варьирование высоты слоя осадков по годам: июнь – 6,6...91,6 мм, июль – 7,3...102,1, август – 7,7...201,2 мм ( $V = 55,2$  %). Между летними осадками и урожайностью яровой пшеницы имеется средняя зависимость ( $R = 0,360$ ), а озимым доступны в основном осадки июня ( $R = 0,287...0,436$ ). Более точно степень засушливости года характеризует обеспеченность осадками вегетационного периода яровых зерновых (май – июль). По данным К.Г. Шульмейстера [10] на Юго-Востоке в это время выпадает 30...35 % годовой нормы, в сухостепной зоне Приуралья [7] – 28,5 %. В среднем за годы исследований за май – июль выпало 100,6 мм осадков, что составляет 32 % от многолетней нормы или 27,5 % от средней за годы исследований высоты слоя осадков. Наиболее засушливыми периодами вегетации яровых зерновых культур были в 1981 г. – 35,7 мм, 1988 – 44,6, 1982 – 52,5, 1991 – 70,6, 1995 г. – 77,3 мм или от 11 до 25 % многолетней нормы.

Складывающиеся метеорологические условия в годы исследований оказывали разное влияние на озимые и яровые культуры, рост и развитие которых в Приуралье проходит в различных условиях по увлажнению, температуре, освещенности, что в значительной мере сказывается на их продуктивности.

Посев – всходы. С началом прорастания семян и появлением всходов растения наступает первый этап органогенеза [4], когда определяются такие элементы продуктивности растений, как полевая всхожесть, густота стояния растений. В это время условия лучше складываются для яровой пшеницы, однако в дальнейшем её развитие идет при нарастании температуры и уменьшении влажности почвы. В исследованиях в среднем за 14 лет продолжительность периода от посева до полных всходов у озимой ржи составила  $8,1 \pm 0,3$  дней (табл. 2) с колебаниями по годам 6...10 дней при коэффициенте варьирования 14,1 %.

За период «посев – всходы» озимых культур в годы исследований выпало от 0,4 до 84,3 мм осадков ( $V = 150,3$  %) при среднем значении

15,3±6,1 мм. Температура воздуха находилась в пределах 13,8...22,9 °С (V = 14,0 %) при среднем значении показателя 19,2±0,7 °С. Корреляционные зависимости между урожайностью культуры и характеристиками периода слабые. Появление всходов яровой пшеницы в среднем наступало на день позднее при уменьшении температуры воздуха на 3,6 °С по сравнению с соответствующими периодом озимых. Понижение температуры после посева отрицательно сказывается на урожайности культуры (R = -0,487) из-за снижения полевой всхожести, а с продолжительностью периода зависимость тесная (R = 0,714). Обеспеченность осадками периода составила 7,0±1,8 мм с колебаниями от 0 до 25,6 мм (V = 96,8 %).

Таблица 2

Сравнительная характеристика межфазных периодов по продолжительности (день), осадкам (мм) и температуре (°С) при возделывании озимой ржи и яровой пшеницы по черному пару (в среднем за 1982...1995 сельскохозяйственные годы)

Показатель	Озимая рожь			Яровая пшеница		
	M±m	V, %	R	M±m	V, %	R
Посев – всходы						
дней	8,1±0,3	14,1	-0,132	9,1±0,5	19,1	0,714
мм	15,3±6,1	150,3	0,072	7,0±1,8	96,8	-0,034
°С	19,2±0,7	14,0	0,191	15,6±0,6	14,3	-0,487
Всходы – кущение						
дней	8,3±0,2	8,8	-0,534	11,8±0,4	14,6	0,630
мм	11,6±5,0	161,6	-0,018	12,6±3,8	112,2	0,396
°С	18,0±0,8	15,3	0,328	16,8±0,8	16,7	-0,473
Кущение – выход в трубку						
дней	69,7±2,6	14,1	0,365	9,6±0,4	14,6	-0,022
мм	79,9±8,1	38,1	0,055	8,3±2,8	124,8	-0,608
°С	11,1±0,3	9,4	-0,068	18,9±0,7	13,5	0,142
Выход в трубку – колошение						
дней	20,0±1,3	23,9	0,014	20,1±0,4	7,3	0,054
мм	19,1±4,0	77,9	0,239	28,9±7,3	94,2	0,168
°С	15,8±0,6	15,5	-0,533	20,7±0,6	11,5	-0,457
Колошение – созревание						
дней	55,3±1,2	8,0	0,023	43,4±1,3	11,1	0,292
мм	64,1±10,6	61,8	0,064	56,1±9,3	61,8	0,467
°С	20,4±0,4	8,1	-0,328	22,0±0,4	6,8	-0,325
Посев – созревание						
дней	161,5±1,8	4,1	0,240	93,9±1,7	6,7	0,600
мм	190,0±22,4	44,1	0,107	112,9±12,9	42,6	0,414
°С	15,6±0,3	6,5	-0,404	20,1±0,4	7,3	-0,537

*Примечание:* М – среднее значение параметра, m – ошибка средней, V – коэффициент вариации, R – парный коэффициент корреляции между урожайностью культуры и параметрами межфазных периодов.

Всходы – кущение. На втором этапе органогенеза [4] идет дифференциация основания конуса нарастания и определяются высота растений, число листьев, коэффициент кущения, у озимых – зимостойкость. Озимая рожь проходила период в среднем за  $8,3 \pm 0,2$  дней ( $V = 8,8 \%$ ). Температура воздуха изменялась в различные годы от  $14,0$  до  $23,4$  °C. ( $V = 15,3 \%$ ) при среднем значении  $18,0 \pm 0,8$  °C. Обеспеченность осадками за период в среднем составила  $11,6 \pm 5,0$  мм при сильном варьировании по годам от  $0$  до  $72,1$  мм ( $V = 161,6 \%$ ). Имеют место средние корреляционные связи урожайности с теплообеспеченностью ( $R = 0,328$ ) и продолжительностью периода от всходов до кущения ( $R = -0,534$ ). Обеспеченность осадками яровой пшеницы такая же, как и озимых, но меньше варьирование по годам ( $V = 112,2 \%$ ) и теснее связь с урожайностью ( $R = 0,396$ ). От всходов до кущения культура вегетировала на  $3,5$  дня больше при пониженной на  $1,3$  °C температуре. Уменьшение температуры воздуха в отдельные годы до  $13,7 \dots 13,8$  °C задерживало начало кущения до  $14 \dots 16$  дней.

Кущение – выход в трубку. На третьем этапе органогенеза [4] идет процесс дифференциации главной оси зачаточного колоса, кроющих листьев и образуются сегменты колосового стержня. Процесс кущения зерновых культур во многом зависит от влажности почвы и температуры воздуха. Это наиболее ответственный период в развитии растений. У озимых культур кущение начинается осенью и заканчивается рано весной. Все годы исследований кущение хорошо протекало в осенний период. В среднем за годы исследований от начала кущения до выхода в трубку озимые активно вегетировали  $69,7 \pm 2,6$  дней ( $V = 14,1 \%$ ) при температуре  $11,1 \pm 0,3$  °C ( $V = 9,4 \%$ ) и обеспеченности осадками  $79,9 \pm 8,1$  мм ( $V = 38,1 \%$ ). Вегетация озимых в это время протекает при достаточных запасах влаги в почве и повышенной относительной влажности, поэтому урожайность культуры не имеет тесных связей с осадками ( $R = 0,055$ ) и температурой периода ( $R = -0,068$ ), но зависит от его продолжительности ( $R = 0,365$ ). От кущения до выхода в трубку яровая пшеница вегетировала от  $7$  до  $12$  дней ( $V = 14,6 \%$ ) при среднем значении  $9,6 \pm 0,37$  дней и погодные условия при этом складывались значительно хуже, чем в соответствующий период озимых культур. Так, температура воздуха была выше на  $7,8$  °C, а осадков выпало на  $71,6$  мм меньше. В  $57 \%$  лет исследований от кущения до выхода в трубку практически не было осадков. При

недостатке влаги температура воздуха повышалась до 20,3...22,8 °С. Все это отрицательно сказывалось на продуктивности культуры.

Выход в трубку – колошение. С началом выхода в трубку совпадает четвертый этап органогенеза [4], когда идет образование конусов нарастания второго порядка и определяется число колосков в колосе, засухоустойчивость растений. На 5...7 этапах закладываются и формируются органы цветка, удлинение колоскового стержня и определяется число цветков в колосках, плотность колоса и жаростойкость растений. Данная фаза также наиболее ответственная для развития зерновых культур, а период от кущения до колошения плюс цветение нередко именуют критическим, ибо от условий прохождения этих периодов во многом зависит величина урожая. Колошение у озимых и яровой пшеницы наступало в среднем через 20 дней после выхода в трубку. Колебания периода по годам у озимых составляли 13...28 дней ( $V = 23,9 \%$ ), у яровой пшеницы – 18...23 дня ( $V = 7,3 \%$ ) при отсутствии корреляционных связей с урожайностью. Однако погодные условия периодов различались сильно.

Средняя температура воздуха во время вегетации озимых составляла 12,5...20,0 °С ( $V = 15,5 \%$ ) при среднем значении –  $15,8 \pm 0,6$  °С, что на 4,9 °С ниже, чем за соответствующий период яровой пшеницы, у которой в отдельные годы (1987, 1988, 1989, 1991, 1995) показатель достигал 21,7...24,5 °С. Между урожайностью культур и температурой воздуха за рассматриваемый период имеется отрицательная средняя зависимость ( $R = -0,457...-0,533$ ). Обеспеченности осадками периода «выход в трубку – колошение» несколько лучше у яровой пшеницы –  $28,9 \pm 7,3$  мм по сравнению с озимыми –  $19,1 \pm 4,0$  мм. Однако у озимых культур показатели по годам более стабильные – 17,0...52,1 мм ( $V = 77,9 \%$ ). Во время вегетации яровой пшеницы четыре года (1985, 1988, 1989, 1995) выпадало менее 10 мм осадков, а в 1986 и 1994 гг. их сумма составляла 70,7...92,6 мм ( $V = 94,2 \%$ ).

Колошение – созревание. На 8...12 этапах органогенеза [4] происходит выколашивание растений, завершение процесса формирования всех органов, оплодотворение, рост и формирование зерновки, накопление питательных веществ в зерновке и их превращение в запасные. В это время определяются такие элементы продуктивности как озерненность колоса, величина зерновки, её масса и устойчивость к суховеям. В среднем за годы исследований период продолжался у озимых культур  $55,3 \pm 1,2$  дней, а у яровой пшеницы – на 12 дней больше. Колебания по годам в первом случае составляли 48...63 дня ( $V = 8,0 \%$ ), во втором –

33...51 день ( $V = 11,1\%$ ). Средняя обеспеченность осадками культур практически одинаковая, но колебания по годам очень большие – от 5,7...11,2 мм до 148,3 мм ( $V = 61,8\%$ ). В отдельные годы осадки выпадали в конце активной вегетации культур. Между урожайностью яровой пшеницы и осадками периода имеется средняя зависимость ( $R = 0,467$ ), а у озимых её нет ( $R = 0,064$ ).

Температурный режим, как и в предыдущие периоды, более благоприятно складывался во время вегетации озимых. Температура воздуха в годы исследований изменялась от 18,3 до 23,2°C ( $V = 8,1\%$ ) при среднем значении  $20,4 \pm 0,45$  °C, что на 1,6 °C меньше соответствующего периода развития яровой пшеницы. Повышение температуры оказывает отрицательное влияние на культуры ( $R = -0,325...-0,328$ ).

Посев – созревание. Средняя продолжительность активной вегетации озимых культур составила  $161,5 \pm 1,8$  дней с колебаниями от 148 до 171 дня ( $V = 4,1\%$ ). За это время выпадало  $190,0 \pm 22,4$  мм осадков, в засушливые годы их количество уменьшалось до 92,2 мм, а в благоприятные возрастало до 428,4 мм ( $V = 44,1$ ). Средняя температура воздуха за вегетацию составляла  $15,6 \pm 0,3$  °C с интервалом по годам 14,0...17,4 °C ( $V = 6,5$ ).

Вегетационный период яровой пшеницы в среднем составил  $93,9 \pm 1,7$  дня с колебаниями от 80 до 104 дней ( $V = 6,7\%$ ). Обеспеченность осадками изменялась от 42,1 в засушливые годы до 202,5 мм ( $V = 42,6\%$ ) в благоприятные при среднем показателе  $112,9 \pm 12,9$  мм, что на 77,1 мм меньше, чем при возделывании озимых культур. Средняя температура воздуха за вегетацию равнялась  $20,1 \pm 0,4$  °C с интервалом колебаний по годам 18,2...22,5 °C ( $V = 7,3\%$ ) и была на 4,5 °C выше, чем в озимых.

В целом, по складывающимся метеорологическим условиям и влагообеспеченности зерновых культур во время вегетации можно охарактеризовать 1980, 1983, 1986, 1990 и 1992 гг. как относительно благоприятные; 1984, 1988 и 1993 гг. – средние; 1981, 1982, 1985, 1987, 1989, 1991, 1994 и 1995 гг. – как засушливые.

В среднем за 1980...1995 гг. урожайность озимой ржи составила 28,3 ц/га, что в 2,8 раза больше, чем яровой пшеницы. Озимая рожь также имела более высокий показатель устойчивости продуктивности ( $V_{уст.}$ ) – 0,68, а у яровой пшеницы он равнялся 0,39.

Основная причина низкой и неустойчивой урожайности яровой пшеницы в опытах – подверженность влиянию частых весенних и летних засух. Недостаток влаги в наиболее ответственные фазы развития культуры, которые



она проходит в условиях нарастания температур, приводит к тому, что вторичная корневая система развивается слабо или совсем не формируется. На одной первичной корневой системе при высоких летних температурах яровая пшеница не может сформировать даже средней урожайности. Между урожайностью яровой пшеницы и осадками в период «всходы – кушение» имеется средняя положительная зависимость ( $R = 0,394$ ), а от температуры воздуха – отрицательная ( $R = -0,473$ ). Так, в среднем за 8 засушливых лет урожайность яровой пшеницы составила 5,6 ц/га и была в 3,4 раза меньше, чем у озимой ржи, которые даже при остром недостатке вегетационных осадков за счет хорошо развитой корневой системы используют влагу глубоких слоев почвы. В среднем за относительно благоприятные годы урожайность озимой ржи достигала 39,8 ц/га, что на 21,7 ц/га больше, чем яровой пшеницы. Максимальная урожайность яровой пшеницы в опыте получена в 1986 г. – 25,4 ц/га, несколько ниже в 1983 г. – 22,3 и 1992 г. – 18,9 ц/га. То есть, потенциал продуктивности культуры в благоприятные годы недостаточно высокий, даже при размещении яровой пшеницы по лучшему в зоне предшественнику.

Анализируя климатическую составляющую изменчивости урожаев яровой пшеницы, В.М. Пасов [6] указывает на наиболее неустойчивую урожайность в ряде районов сухостепной зоны, включая Западный Казахстан, что полностью подтвердилось в проведенных исследованиях. Таким образом, основные периоды вегетации озимая рожь по сравнению с яровой пшеницей проходят в более благоприятных условиях, что позволяет ей полнее использовать агроклиматические ресурсы Приуралья. Урожайность озимых меньше сопряжена с вегетационными осадками ( $R = 0,107$ ) за счет эффективного использования почвенных влагозапасов и продолжительности вегетационного периода. У яровой пшеницы корреляционные связи более тесные ( $R = 0,414 \dots 0,600$ ), что усиливает её зависимость от выпадающих осадков, особенно при сокращении продолжительности вегетационного периода. Высокие температуры воздуха летом являются отрицательным фактором ( $R = -0,404 \dots -0,537$ ), но у яровой пшеницы зависимость сильнее и прослеживается практически всю вегетацию, а у озимых – только после выхода в трубку.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буянкин В.И. Погода и урожай на западе Казахстана. – Уральск: Дастан, 1998. – 129 с.
2. Димо В.Н. Основные показатели климата почв полуаридной, аридной и влажно-субтропической областей СССР. // Физические и физико-

- механические свойства почв и их изменение при интенсификации земледелия. / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М., 1979. – С. 3-35.
3. Доскач А.Г. Основные черты природных условий Северного Прикаспия // Почвенное районирование Прикаспийской низменности и перспективы её сельскохозяйственного использования. / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М., 1977. – С. 4-15.
  4. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высшая школа, 1984. – 240 с.
  5. Общесоюзная группировка почв для характеристики и учета качества земель / Государственный агропромышленный комитет СССР. – М.: Агропромиздат, 1986. – 30 с.
  6. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 152 с.
  7. Почвенно-мелиоративные условия междуречья Волга – Урал (в пределах Казахстана). – Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1979. – 256 с.
  8. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР / Государственный агропромышленный комитет СССР. – М.: Агропромиздат, 1986. – 72 с
  9. Фридланд В.М. Принципы районирования // Почвенное районирование Прикаспийской низменности и её сельскохозяйственное использование. / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М., 1977. – С. 19-21.
  10. Шультейстер К.Г. Борьба с засухой и урожаем // Избранные труды. Т.2. – Волгоград: Комитет по печати, 1995. – 266 с.

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир Хана,  
г. Уральск

## **УРАЛ МАҢЫНДА КҮЗДІК ЖӘНЕ ЖАЗДЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН ӨСІРУДІҢ АГРОКЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЫ**

Ауыл.-шар. ғылымд. докторы В.В. Вьюрков

*Дәнді дақылдарды ауыспалы егіс алқабында, айдалып тасталған егістік жерде өсіруде Урал маңы құрғақ дала зонасының агроклиматтық ресурстарын пайдалану ерекшеліктері зерттелді. Өсімдіктердің белсенді өсіп-өнуінің фаза аралық кезеңінде күздік және жаздық дақылдардың ылғалмен және жылумен қамтамасыз етілу шамалары алынды. Агроклиматтық ресурстарды аса тиімді*

*пайдалану нәтижесінде күздік бидайдың биологиялық күш – қуатының жаздық бидайға қарағанда 2,6...2,8 есе артуы анықталды.*

УДК 551.58

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ  
ПРИАРАЛЬЯ**О.С. Галаева  
В.П. Идрисова

*В статье проанализированы ряды наблюдений за пыльными бурями по метеорологическим станциям Аральское Море, Кызылорда, Джусалы, Казалинск, Карак, Чирик-Рабат, Уялы за 1966...2005 гг. По станциям Кызылорда и Джусалы рассмотрены семидесятилетние ряды. Полученные результаты позволили оценить частоту явлений пыльных бурь в Аральском регионе после двадцатипятилетнего интенсивного падения уровня моря.*

Пыльные бури приносят значительный ущерб экономике районов, в которых они происходят. Поэтому изучение их имеет большое практическое значение. Регулярные наблюдения за пыльными бурями на метеостанциях Казахстана начаты в 1936 году и сегодня мы имеем уже семидесятилетние ряды наблюдений за этим явлением природы.

Изучением пространственно-временной изменчивости пыльных бурь в Казахстане занимались такие исследователи как Н.Н. Романов, Е.А. Середкина, Л.П. Федюшина, А.П. Агаркова, О.Е. Семенов и др. [6, 7, 8, 9].

С девяностых годов прошлого столетия до начала текущего детально климатологией пыльных бурь в Казахстане не занимались. В 2002 г. подготовлен новый климатический справочник, в который вошли данные за период 1971...2000 г., а институтом географии АН РК подготовлен атлас, в котором приведена карта числа дней с пыльными бурями для всей территории Казахстана [4].

В нашей работе мы рассматриваем регион Аральского моря, традиционно являющийся зоной часто повторяющихся пыльных бурь. В результате не прекращающегося падения уровня Аральского моря, происходит осушение новых площадей дна, которые, вследствие определенного механического состава почв, являются потенциальными районами возникновения новых крупных очагов пыльных бурь. В то же время эти районы и прилегающие к ним территории имеют очень редкую сеть наблюдений, к тому же в последние годы произошло резкое сокращение числа метео-

станций по всей территории Казахстана. Сокращение числа метеостанций коснулось и Аральского региона. Так же необходимо отметить низкое качество визуальных наблюдений и часто плохую репрезентативность станций. Многие станции, в результате роста населенных пунктов и ряда других причин, перешли в разряд городских и часто не регистрируют действительного состояния дел. Все это очень негативно сказывается на получении качественной информации.

Правда, необходимо отметить, что в последние годы стал активно развиваться космический мониторинг, в том числе и за пыльными бурями в труднодоступных и неохваченных сетью станций районах. Этому посвящены ряд статей следующих российских и казахстанских ученых: Григорьева А.А., Липатова В.Б., Жоговой М.Л., Семенова О.Е., Закарина Э.А., Дедовой Т.В. и др. [1, 2, 5]. В статье коллектива авторов «Районирование территории Казахстана по повторяемости очень сильных пыльных бурь на основе метеорологических наблюдений, данных космического мониторинга и геоинформационного моделирования», впервые для Казахстана, используя данные современных ИСЗ и передовые информационные технологии приводят карту повторяемости числа суток с опасными и особо опасными пыльными бурями в сочетании с механическим составом почв [3].

Для своих исследований мы взяли семь длиннорядных метеорологических станций Аральского региона: Аральское Море, Казалинск, Карак, Чирик-Рабат, Джусалы, Кызылорда, Уялы. М Аральское Море была организована в 1884 г., за время существования она неоднократно переносилась. Последний раз он был осуществлен в 1953 г. Станция была перенесена за город и сейчас располагается на северном берегу бывшего залива Сары-Шаган. Тридцать лет назад это был берег моря. Сегодня море находится на расстоянии порядка 100 км на юго-запад. Рельеф окружающей местности представляет собой равнину, местами поросшую типичной пустынной растительностью. Вследствие отступления моря однородность рядов наблюдения на станции нарушена.

Первые сведения о метеорологических наблюдениях на М Джусалы датированы 1918 г. За этот период станция так же неоднократно переносилась. Последний перенос был в 1952 г. Станция расположена на юго-восточной окраине песков Приаральские Каракумы, на западной окраине поселка. Окружающая местность открытая, представляет собой ровную песчаную степь, с типичной пустынной растительностью.

Метеорологические наблюдения в г. Казалинске организованы в 1848 г. Первые тридцать лет они неоднократно прерывались. Регулярные наблюдения начаты в 1881 году. За годы наблюдений станция неоднократно переносилась. Последний перенос был в 1949 году. Сегодня станция находится на южной окраине города в окружении жилых массивов. Местность закрытая. Недалеко протекает р. Сырдарья. Весной во время паводков река заливает большую территорию окрестностей. Это вызывает заболоченность территорий к югу и западу от города. В 15 км к юго-востоку начинаются пески Жуван-Кум. Полоса песков огибает город на таком же расстоянии с востока и северо-востока.

Пустынная метеорологическая станция Карак организована в 1948 году. Станция переносилась один раз в 1966 году. Сегодня она расположена в 200 км к востоку от Аральского моря на равнинной песчаной пустыне, сложенной крупным песком. Растительность в окрестностях станции типичная пустынная. Метеоплощадка находится на ровном открытом месте.

Метеорологические наблюдения на М Кызылорда организованы в 1856 г. До 1881 года они носили эпизодический характер. С 1881 г. до настоящего времени наблюдения ведутся без перерыва. За время наблюдений станция переносилась трижды, последний раз в 1950 г. Сегодня она находится в центре города, окруженная со всех сторон жилой застройкой. Город Кызылорда расположен на правом берегу реки Сырдарья, на левом берегу построены многочисленные каналы, системы орошения, рисовые чеки. На восток от города рельеф в основном равнинный. Почвы песчаные, закрепленные кустарниковой растительностью. Иногда встречаются эрозионные проявления, незакрепленные небольшие барханы.

Пустынная метеорологическая станция Чирик-Рабат, относящаяся к труднодоступным станциям организована в 1941 году. До настоящего времени она находится на том же месте, где была изначально построена. Станция расположена на северо-западной окраине пустыни Кызыл-Кум. Рельеф местности слабо холмистый. В окрестностях станции произрастают саксаульные леса, растительность типичная пустынная. Почвы – такыровидные сероземы, местами солончаковые и песчаные. Метеоплощадка расположена на ровном, открытом месте. С 1997 по 2004 год по причине финансовых трудностей, наблюдения на станции велись по сокращенной программе. Это же замечание относится к М Уялы.

Наибольшей неоднородности рядов подверглись данные метеорологических величин на М Уялы. В момент организации станции в 1925 году она

располагалась на северной оконечности полуострова Уялы, находящегося в юго-восточной части Аральского моря. В 1947 и 1962 году станция переносилась по площади полуострова. По мере активного отступления моря и потери рабочих мест местным населением станция в конце 80-х годов 20 века была в очередной раз перенесена, теперь в глубь континента. Метеорологическая площадка находилась на ровном открытом месте. Почвы в окрестностях песчаные, легко переносятся под воздействием ветра. В 2006 году станция под названием Уялы была закрыта. Организованная на ее базе новая станция перенесена в поселок Каукей и получила одноименное с ним название.

Анализируемый ряд наблюдений метеостанций за пыльными бурями составил 40 лет (1966...2005 гг.). Для М Кызылорда и М Джусалы, мы проанализировали 70-летние ряды с 1936 по 2005 гг. наблюдений. Наибольшее число дней с пыльной бурей по станциям этого региона изменяется в очень больших пределах – 7...109. В среднем за год число пыльных бурь варьирует так же в больших пределах: так для станции Казалинск среднее многолетнее число суток с пыльными бурями равно 1,0; Карак – 3,3; Уялы – 6,1; Чирик-Рабат – 6,7; Джусалы – 20,0; Кызылорда – 17,7; Аральское Море – 60,2. Для семидесятилетнего ряда среднее многолетнее число суток с пыльными бурями возрастает. Для М Джусалы оно равно 21,6; для М Кызылорда – 23,7.

Многолетний ход числа суток с пыльной бурей на метеостанциях региона представлен на рис. 1. На рисунках даны две кривые. Первая – многолетний ход числа суток с пыльными бурями, вторая кривая – скользящая средняя. Метод скользящая средняя позволяет упростить анализ тенденции за счет сглаживания колебаний измерений по временным интервалам. Мы брали временной интервал осреднения в пять лет.

На рисунке видно, что на станциях Казалинск, Чирик-Рабат и Карак очевидна стабильная тенденция уменьшения числа суток с пыльными бурями. Максимальные значения наблюдались на них в начале периода исследования. Так на М Казалинск максимум наблюдался в 1966 году (7 бурь), второй – в 1984 г. (4). На М Чирик-Рабат максимальные значения наблюдались в первое десятилетие исследуемого периода (1966...1975 гг.), затем наблюдался резкий спад. Второй максимум приходится на 1988 год. На М Карак максимальные значения так же наблюдались в период 1966 по 1975 гг. Второй максимум развития пыльных бурь приходится на 1979 год. Как указывалось выше, в последнее десятилетие наблюдение за этим опасным явлением природы на этих станциях не проводились. И корректно оценить это десятилетие не представляется возможным.

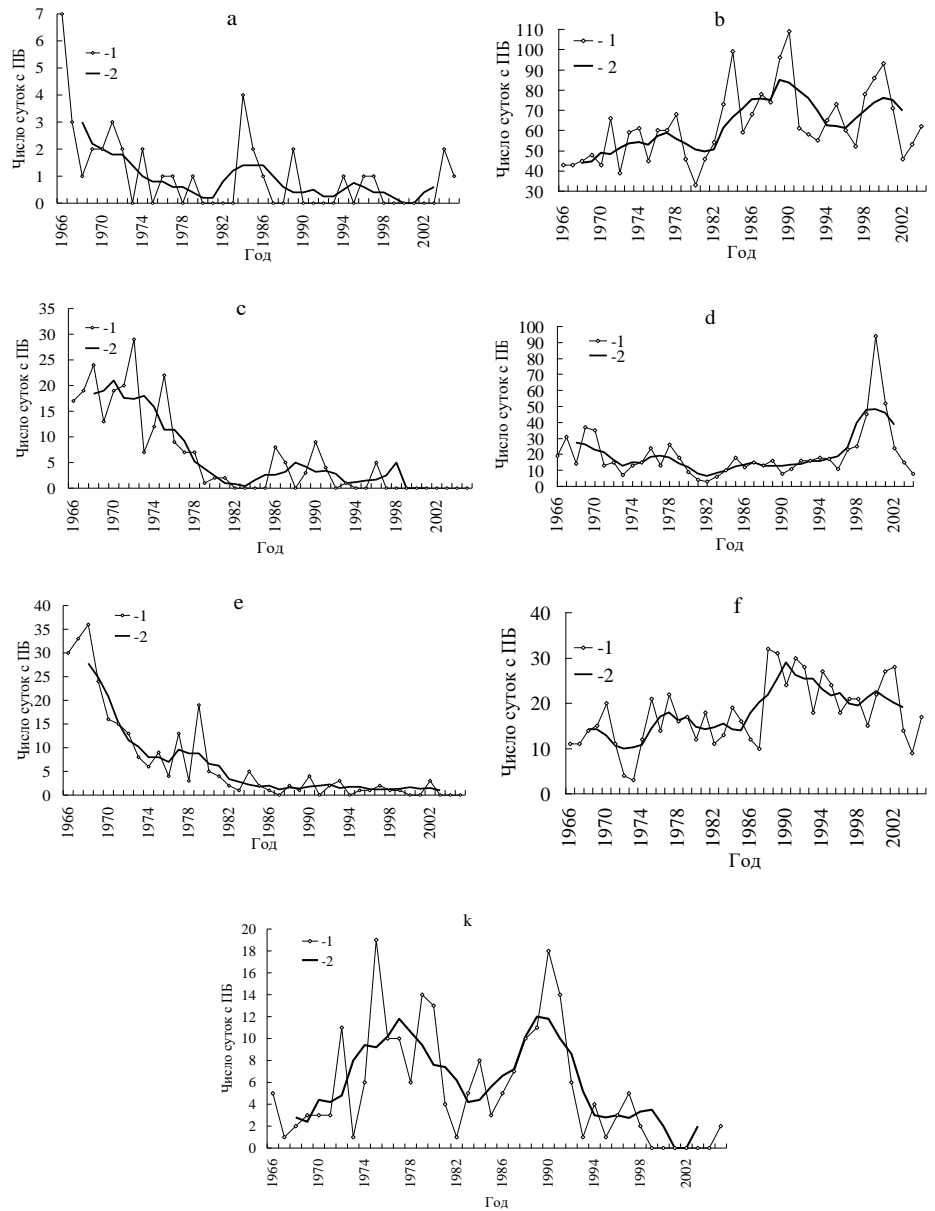


Рис. 1. Многолетний ход числа суток с пыльными бурями (ПБ) для станций Аральского региона (1966...2005 гг.). а – Казалинск; б – Аральское Море; с – Чирик-Рабат; д – Джусалы; е – Карак; ф – Кызылорда; к – Уялы. 1 – многолетняя изменчивость; 2 – скользящая средняя.



На рис. 1b представлена многолетняя изменчивость числа суток с пыльными бурями для М Аральское Море. Мы видим, что на этой станции наблюдается наибольшее количество пыльных бурь (ПБ) из всех рассматриваемых станций Аральского региона. Самое минимальное значение, которое наблюдалось на этой станции – 33 дня (1981 год). Начиная с этого года, со времени интенсивного падения уровня моря, наблюдается значительное увеличение числа суток с ПБ. Абсолютный максимум для всех приведенных станций за исследуемый период был на М Аральское Море в 1991 году и составил 109 суток. Период 1999...2002 годы так же отличен интенсивным развитием бурь. Здесь максимум наблюдался в 2001 году и составил 93 суток.

На М Джусалы максимум за рассматриваемый сорокалетний период наблюдался в 2001 году и составил 94 суток. Периоды 1966...1971 гг. и 1976...1980 гг. так же были активны, здесь максимум числа пыльных бурь составил 37 в 1970 году и 26 – в 1979 г. Абсолютный минимум за исследуемый период составил 3 пыльные бури и было это в 1983 г.

На М Кызылорда, несмотря на то, что она была подвержена максимальному влиянию урбанизации, наблюдается тенденция роста числа суток с пыльными бурями. Особенно заметное увеличение началось с 1988 года. Абсолютный максимум за рассматриваемый период наблюдался в 1988 году и составил 32 суток. Также заметны максимумы в 1977 году (22 суток) и в 2002 году (28 суток). Самое минимальное значение за рассматриваемый период – трое суток, было в 1973 году.

На рис. 1к представлен многолетний ход числа суток с пыльными бурями для М Уялы. По кривой скользящей средней очень хорошо выявлены два одинаковых максимума – 1977 г. (12 суток) и 1989...1990 гг. (12 суток). Период 1999...2005 гг. корректно анализировать не представляется возможным, из-за переносов станции.

Для рассматриваемого региона у нас была возможность проанализировать семидесятилетние ряды наблюдений (1936...2005 гг.) для двух метеорологических станций – Джусалы и Кызылорда. На рис. 2 приведен многолетний ход числа суток с ПБ за этот период. Как видно кривая скользящей средней для М Джусалы имеет три хорошо выраженных максимума: в 1944 г. (31 сутки), в 1957...1958 гг. (45 суток) и 2000...2001 гг. (48 суток), а так же два хорошо выраженных минимума: в 1949 г (14 суток) и в 1983 г. (6 суток). С 1957 г. на протяжении сорока лет наблюдалась устойчивая тенденция снижения числа суток с пыльными бурями. После

1997 г. наметился рост числа бурь, насколько он стабилен, покажут наблюдения последующих лет.

Что касается М Кызылорда, то начальный период наблюдения был очень активен по числу пыльных бурь. Максимумы скользящей средней наблюдались в 1942 г. (52 суток) и 1959 г. (47 суток). С 1959 года началось устойчивое понижение числа ПБ вплоть до 1985 г. Возможно это связано с вводом в действие в 1957 г. гидротехнических сооружений на р. Сыр-Дарье и началом увеличения площадей Кызылординского массива орошения. После этого периода наблюдался максимум в 1990 г. (29 суток). Минимумы наблюдались в 1946 г. (14 суток) и в 1973 г. (10 суток).

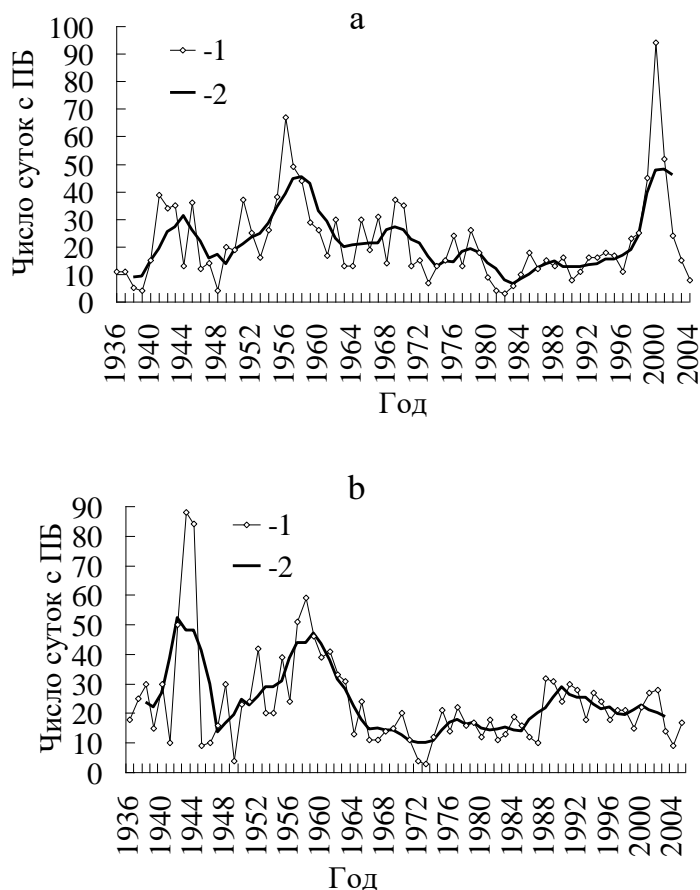


Рис. 2. Многолетний ход числа суток с пыльными бурями (ПБ) для метеорологической станции Джусалы (а) и метеорологической станции Кызылорда (б) (1936...2005 гг.). 1 – многолетняя изменчивость; 2 – скользящая средняя.

Распределение числа суток с пыльными бурями в течение года имеет неравномерный характер. Для кривой повторяемости числа суток по месяцам характерна одна, две, а иногда несколько вершин. Как правило, максимальное количество суток с пыльными бурями приходится на весенние месяцы. Для большинства станций – это апрель. Например, на М Кызылорда и Джусалы в апреле наблюдается до 4 пыльных бурь, на М Карак – 0,7, на М Уялы – 1,1. Для М Аральское Море максимум (9,0...9,9 дней) наблюдается в течении четырех месяцев, начиная с апреля и заканчивая июлем. На М Чирик-Рабат максимальные значения приходятся на лето и осень (июль – 1,1, сентябрь – 0,9). Станция Казалинск имеет трех вершинную кривую. Здесь максимумы наблюдаются в мае (0,15), июле (0,23), октябре (0,21). На рис. 3 даны кривые внутригодовой изменчивости числа суток с пыльными бурями на станциях Аральского региона за период 1966...2005 гг.

Такая разница во внутригодовой изменчивости связана как с объективными причинами: распределением числа дней с сильным ветром, характером увлажнения почвы, режимом осадков, характером подстилающей поверхности, так и субъективными: репрезентативностью расположения станции, субъективностью наблюдателей.

Обработка материалов наблюдений над продолжительностью пыльных бурь показывает, что на большинстве рассматриваемых станций преобладают пыльные бури непрерывной продолжительностью в интервале 1,5...5,4 часа. Лишь на М Уялы максимальная вероятность лежит в интервале 5,5...10,4 часа. Вероятность продолжительности пыльных бурь от 5,5 до 10,4 часа составляет в большинстве случаев 13...41 %. Более продолжительные пыльные бури вероятны на большинстве станций в 6...10 % случаев от общего числа пыльных бурь. Продолжительность пыльных бурь более 20 час в сутки – явление не очень частое. В апреле 2001 г. на трех станциях региона наблюдалась очень мощная пыльная буря. Ее непрерывная продолжительность составила на М Аральское Море – 36 часов, на М Джусалы – 63 часа и на М Кызылорда 45 часов. Скорость ветра в течение этого времени изменялась от 9 до 19 м/с. Вероятность пыльных бурь различной продолжительностью для сороколетнего периода наблюдений представлена на рис. 4.

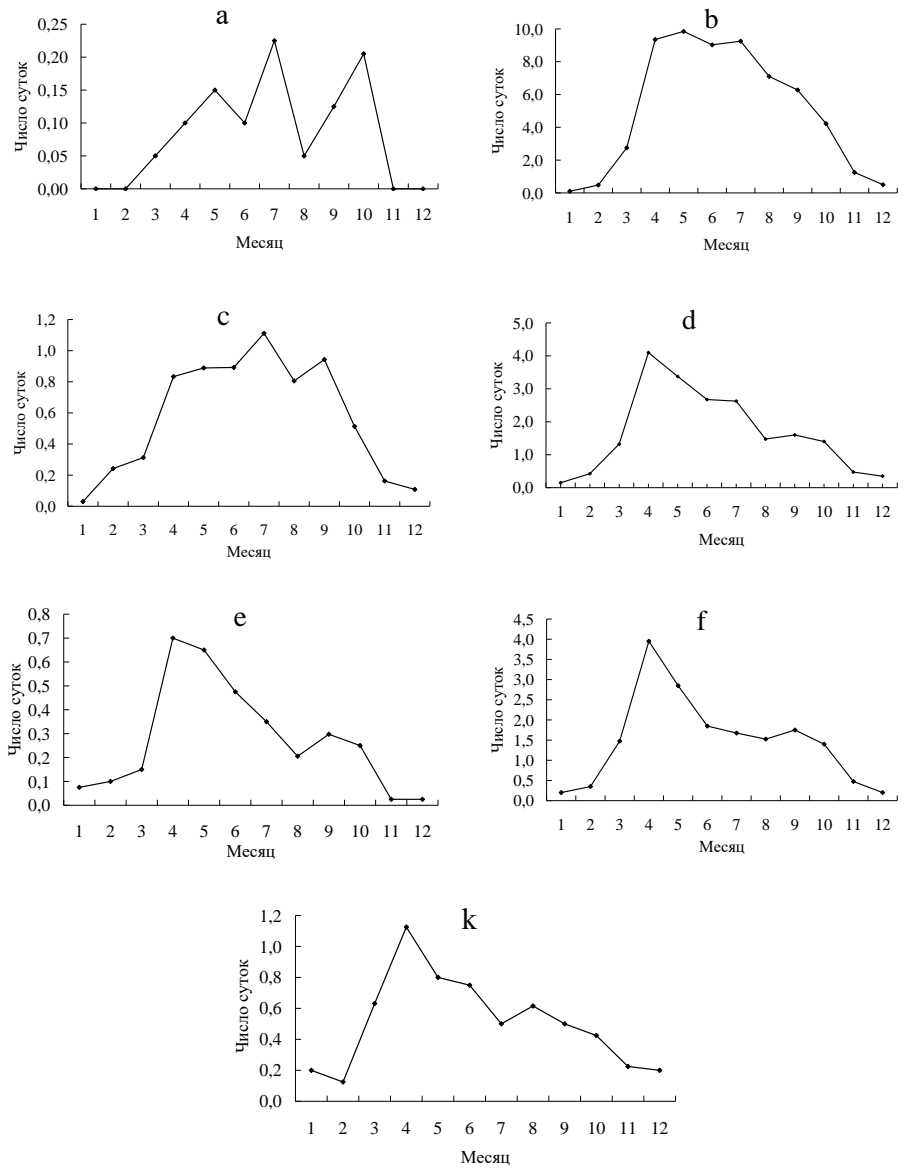


Рис. 3. Внутригодовая изменчивость числа дней с пыльными бурями на станциях Аральского региона за период 1966...2005 гг. . а – Казалинск; б – Аральское Море; в – Чирик-Рабат; д – Джусалы; е – Карак; ф – Кызылорда; к – Уялы.

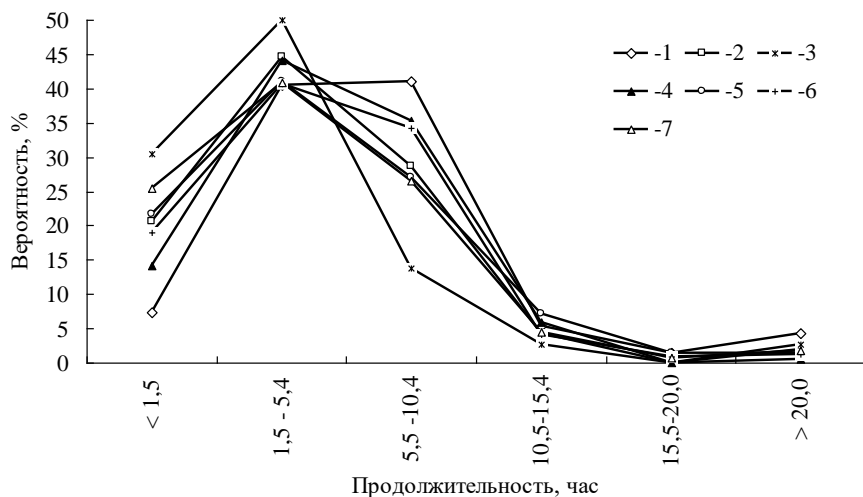


Рис. 4. Вероятность пыльных бурь различной продолжительности для станций Аральского региона. 1 – Уялы; 2 – Карак; 3 – Казалинск; 4 – Чирик-Рабат; 5 – Аральское море; 6 – Кызылорда; 7 – Джусалы.

Для станции Аральское море были рассчитаны некоторые характеристики ветра при пыльных бурях за период с 1966 по 2005 годы. Повторяемости (в процентах) ветров различных скоростей рассчитаны по принятым градациям скоростей ветра 6...9, 10...13, 14...17, 18...20 и > 20 м/с. На рисунке 5 показаны повторяемости для наиболее часто наблюдающихся скоростей ветра 6...9, 10...13, 14...17 м/с.

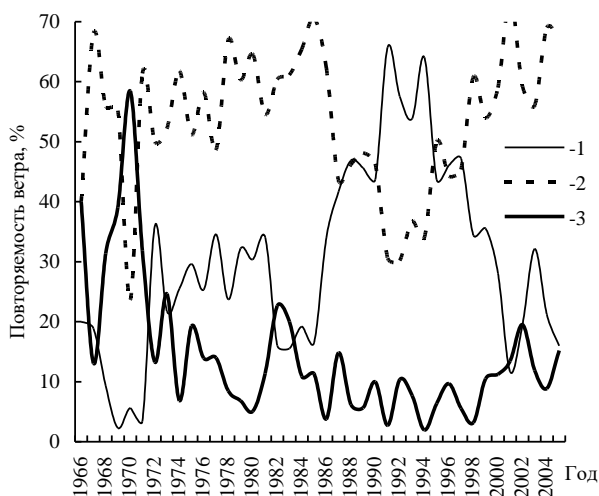


Рис. 5. Повторяемость различных скоростей ветра (%) при пыльных бурях на М Аральское море за 1966...2005 гг. 1 – 6...9 м/с; 2 – 10...13 м/с; 3 – 14...17 м/с.

Во время пыльных бурь преобладающим является ветер со скоростью 10...13 м/с, средняя многолетняя повторяемость таких скоростей составляет 54 %. Среднее число случаев скоростей ветра от 10 до 13 м/с увеличилось за последние 20 лет на 13 % по сравнению с периодом 1966...1985 гг. При этом, их средняя повторяемость за те же промежутки времени практически не изменилась из-за значительного преобладания ветра с меньшими скоростями (от 6 до 9 м/с) в конце 80-х – начале 90-х годов. В целом, повторяемость ветра со скоростью 6...9 м/с во время пыльных бурь увеличилась в основном за счет сильного увеличения частоты в 90-е годы. В последние годы ветер со скоростью 6...9 м/с во время пыльных бурь наблюдается реже. Повторяемость же больших скоростей ветра (14...17 м/с) уменьшилась более чем на 10 % за рассматриваемый период (1966...2005 гг.).

Во время бурь, особенно длительных, скорость ветра может изменяться в значительных пределах. Далее при проведении анализа повторяемости скоростей ветра при бурях, мы будем рассматривать наибольшую из измеренных. На рисунке 6 приведено число случаев пыльных бурь (N) с скоростями ветра по тем же градациям, что и рассмотрены нами выше. Число случаев ПБ за 40 лет со скоростями 18...20 и > 20 м/с не превышает 2 %.

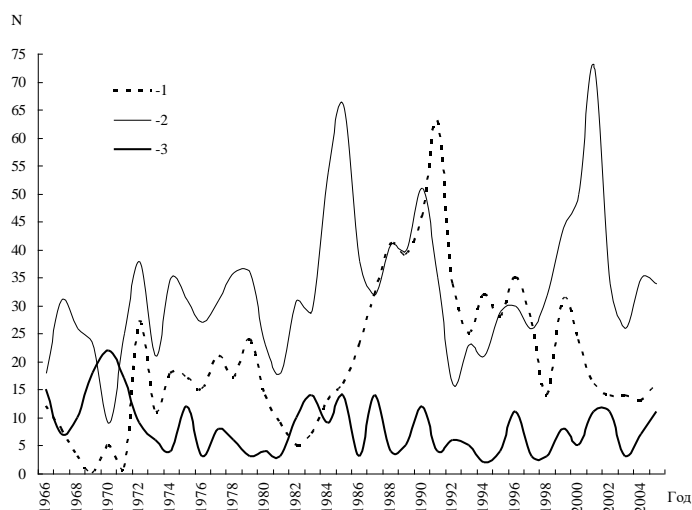


Рис. 6. Число случаев пыльных бурь с различными скоростями ветра на М Аральское море за 1966...2005 гг. . 1 – 6...9 м/с; 2 – 10...13 м/с; 3 – 14...17 м/с.

Пыльные бури со скоростью 10...13 м/с преобладали в течение всего рассматриваемого периода – среднее за 40 лет число случаев состав-

ляет 33, и их число неуклонно возрастает. Максимальное количество ПБ (73 случая) с такой скоростью пришлось на 2001 г.

Скорость ветра при пыльных бурях от 6 до 9 м/с наблюдается реже (среднее многолетнее число случаев равняется 20), их максимум пришелся на 1991 г. – 63 случая. Однако в целом число случаев ПБ со скоростью ветра 6...9 м/с также выросло за рассматриваемый период наблюдений.

Количество пыльных бурь со скоростями ветра 14...17 м/с уменьшилось в начале 70-х годов и с тех пор менялось в пределах от 3-х до 14. Максимум наблюдался в 1970 г. – 22 случая, среднее многолетнее число случаев – 8.

Рассмотрим далее распределение ветра при бурях различных скоростей по направлениям. Направления ветра рассматривались по 16 румбам.

Таблица

Число случаев ветра различной скорости по направлениям при пыльных бурях на М Аральское море за 1966...2005 гг.

Градации скорости, м/с	Направление ветра															
	с	ссв	св	всв	в	вюв	юв	ююв	ю	ююз	юз	зюз	з	зсз	сз	ссз
6...9	718	155	161	117	236	44	37	28	296	100	100	65	276	106	112	111
10...13	1050	187	311	207	470	86	65	17	557	130	253	165	540	152	171	139
14...17	196	55	42	41	93	15	7	9	192	60	92	66	157	33	27	28
18...20	19	8	2	2	9	1	0	2	18	7	9	11	21	2	2	3
> 20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	3	1	0	0

На станции Аральское море в первую очередь преобладают ветры первой четверти, их повторяемость по 5 румбам по всем скоростям составляет 49 %. Наибольший вклад вносят ветры северного направления (24 %). Повторяемость ветров третьей четверти составляет 37 % по 5 румбам, ветры южного и западного направления имеют одинаковую повторяемость – 12 %.

Ветер при бурях со скоростью 10...13 м/с преобладает практически по всем направлениям, вероятность его возникновения составляет не менее 44 %. Преобладание направления первой четверти также проявляется и для ветра со скоростью 6...9 м/с. Вероятность направления для ветра третьей четверти с большей скоростью (14 м/с и более) составляет 52 %.

Подводя итог проведенным исследованиям, можно сделать следующий вывод: данные мониторинга последних пятнадцати лет показывают, что число суток с пыльными бурями на станциях Казалинск, Чирик-Рабат, Карак, Кызылорда и Уялы имеет тенденцию к уменьшению. Возможно,

это связано с уменьшением нагрузок на пустынные пастбища в эти годы и постепенному усилению процессов закрепления песчаных почв в процессе зарастания различными древесными, кустарниковыми и травянистыми пустынными растениями. На метеостанциях Аральское Море и Джусалы, напротив, скользящая средняя показывает увеличение суток с пыльными бурями. Конечно, следует учитывать субъективизм и профессиональную подготовку наблюдателей. В ходе анализа информации эти причины не-редко прослеживались.

На станции Аральское море во время пыльных бурь преобладают ветры направлением первой (0...90°) и третьей (180...270°) четверти и они имеют в основном скорости более 10 м/с. Повторяемость таких ветров растет, так же как и число самих пыльных бурь со скоростью от 10 до 13 м/с.

Работа выполнена при поддержке Комиссии Европейского Союза, контракт №516721 (INCO) – CALTER.

Авторы выражают глубокую благодарность О.Е. Семенову за предложения и замечания, высказанные в ходе подготовки публикации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев А.А., Липатов В.Б. Пыльные бури в Приаралье по данным космической съемки // Развитие и преобразование природной среды. – Л., 1979. – С. 93-103.
2. Дедова Т.В., Семенов О.Е., Тусеева Н.Б., Худякова Т.В. О масштабах сильных пыльных бурь в апреле 2003 года на западе Казахстана по снимкам с искусственных спутников земли серии NOAA // Гидрометеорология и экология. – 2004. – Вып. 3. – С. 59-67.
3. Дедова Т.В., Семенов О.Е., Тусеева Н.Б. Пыльные бури. // Республика Казахстан. Т.3. Окружающая среда и экология./ Под ред. Н.А. Искакова и А.Р. Медеу. – Алматы, 2006. – 518 с.
4. Национальный атлас РК. Т. 1 Природные условия и ресурсы. – Алматы, 2006.
5. Закарин Э.А., Бекмухамедов Б.Э., Дедова Т.В. Определение зон возникновения пыльных бурь в Приаралье методами спутникового зондирования // Гидрометеорология и экология. – 1999. - №4. – С. 189-196.
6. Сапожникова С.А. Карта схема числа дней с пыльными бурями в жаркой зоне СССР и на примыкающих к ней территориях // Тр. НИИАК. – 1970. – Вып. 65. – С. 61-67.
7. Середкина Е.А. Пыльные бури в Казахстане // Тр. КазНИГМИ. – 1960. – Вып. 15. – С. 54-59.



8. Федюшина Л.П., Семенов О.Е. Климатическая обусловленность дефляционных процессов на территории Казахстана // Тр. КазНИГМИ. – 1970. – Вып. 35. – С. 41-51.
9. Чирков Ю.И. Повторяемость пыльных бурь на территории СССР и возможность прогноза их возникновения // Тр. ГМЦ. – 1970. – Вып. 69. – С. 109-119.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата, Алматы

### **АРАЛ МАҢЫ ШАҢДЫ ДАУЫЛДАРЫНЫҢ КЛИМАТТЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

О.С. Галаева  
В.П. Идрисова

*Мақалада Арал теңізі, Қызылорда, Жусалы, Қазалы, Қарақ, Ширек-Рабат, Ұялы метеорологиялық бекеттері бойынша шаңды дауылды бақылаудың 1966-2005 жылдар аралығындағы мәлімет қатары талданды. Қызылорда және Жусалы бекеттері бойынша жетпіс жылдық қатар қарастырылды. Алынған мәліметтер теңіздің жиырма бес жылдық жіті төмендеуінен кейінгі Арал аймағындағы шаңды дауылдардың жиілік жағдайын бағалауға мүмкіндік берді.*

УДК 551.524.36 (574.42)

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ЗИМОЙ В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ**

К.И. Десятова

*Изучены основные статистические характеристики средней месячной температуры воздуха за зимний период. Рассчитана аномалия температуры воздуха, составлен каталог экстремально теплых (ЭТ) и экстремально холодных (ЭХ) зимних месяцев за период в 40 лет, также рассчитаны средние значения аномалий температуры воздуха в ЭТ и ЭХ годы.*

Известно, что изучение периодов с низкими температурами имеет большое научное и практическое значение. Длительное сохранение температуры воздуха ниже минус 10 °С в сочетании с другими метеорологическими элементами вызывает отрицательные явления в сельскохозяйственном производстве. Низкие температуры иногда приводят к вымерзанию фруктовых деревьев и посадок в лесах и лесопитомниках. В отдельные годы длительное понижение температуры воздуха до минус 20 °С и ниже вызывает гибель озимых культур. Низкие температуры могут вызвать большие осложнения при строительстве и эксплуатации сооружений.

В холодное время года значительная часть территории Казахстана находится под преимущественным влиянием западного отрога сибирского антициклона. Особенно часто под его влиянием находятся восточные районы Казахстана. В этих условиях большой интенсивности достигают процессы радиационного выхолаживания, в связи с чем, на данной территории наблюдаются значительные морозы. Известно, что основными факторами, определяющими режим температуры воздуха, являются приток солнечной радиации, циркуляционные процессы, высота места над уровнем моря, близость водоемов, городские условия, особенности рельефа.

Изучению экстремальных температур воздуха в зимний период посвящена обширная литература [2, 3, 4]

В работе [2] Г.Н. Чичасов дает оценку изменений климата Казахстана на основе многолетнего хода крупных аномалий температуры. Так, в многолетнем ходе числа случаев с крупными отрицательными аномалиями выделяются периоды, когда их повторяемость была значительно выше

(1896... 1913 и 1927...1959 гг.) или ниже (1960...1979 гг.) повторяемости крупных положительных. Начиная с 1968 г., на территории Казахстана отмечается довольно неустойчивый режим температуры, так как при существенном увеличении повторяемости крупных положительных аномалий повторяемость отрицательных остаётся в пределах нормы или иногда даже превышает её. Обобщая материалы исследований по проблеме изменения климата, даётся объяснение причинам потепления северного полушария за последние десятилетия. Климатические колебания связываются Г.Н. Чичасовым с тремя процессами: вулканической активностью, ростом промышленного производства и с 76-летним циклом активности Солнца. К ним прибавился ещё один: необычайно интенсивное явление Эль-Ниньо у берегов Чили и Перу.

В статье [3] авторами были изучены крупные аномалии средней месячной температуры воздуха в зимние месяцы за период с 1960 по 1992 гг. на примере пяти станций Северного Казахстана: Петропавловск, Костанай, Кокшетау, Павлодар, Астана.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы: на рассматриваемой территории положительные аномалии температуры наблюдаются чаще, чем отрицательные. Анализ крупных аномалий средней месячной температуры воздуха показал, что, в основном, крупные отрицательные аномалии наблюдались чаще, чем крупные положительные аномалии, т.е. отрицательные аномалии наблюдаются реже, однако выражены они интенсивнее.

Ботамбековым Д.Н. в работе [4] был проведен анализ статистической структуры поля декадной температуры воздуха зимних месяцев в Северном Казахстане. Были рассчитаны статистические характеристики средней декадной температуры для всех зимних месяцев. Произведено сравнение рассчитанных средних декадных значений температуры за период с 1966 по 2000 гг. с аналогичными значениями, приведенными в приложении к месячным прогнозам. Оно показало, что все вычисленные автором среднемноголетние температуры воздуха выше на 1...2 °С за практически все зимние декады. Был рассмотрен временной ход средней декадной температуры воздуха зимних месяцев на рассматриваемых станциях. Рассчитан линейный тренд по декадам за десятилетия. Была выявлена повторяемость экстремальных по температуре воздуха декад в рассматриваемом ряду лет.

В данной работе проведена оценка температурного режима в восточной половине Казахстана в зимний период с 1960 по 2001 гг. Исходными данными при исследовании служили средние месячные температуры воздуха за декабрь, январь, февраль следующих метеорологических станций (М): Павлодар, Усть-Каменогорск, Балхаш, Караганда, Зайсан и Семипалатинск.

Температура воздуха – крайне изменчивая метеорологическая величина как в пространстве, так и во времени. В отдельные годы среднемесячные температуры могут весьма отличаться от средней многолетней. Для всех станций за весь исследуемый период была найдена аномалия температуры воздуха по следующей формуле:

$$\Delta T = T_i - \bar{T}, \quad (1)$$

где  $T_i$  – отдельные значения членов ряда, °С;  $\bar{T}$  – средняя многолетняя температура воздуха, °С.

И рассчитано число случаев с положительной ( $n^+$ ) и отрицательной ( $n^-$ ) аномалией. Результаты приведены в табл. 1, из которой следует, что в исследуемый период на рассматриваемой территории преобладает положительная аномалия температуры воздуха.

Таблица 1

Количество случаев с положительной и отрицательной аномалией температуры воздуха с 1960 по 2001 гг.

Станция	Месяц					
	декабрь		январь		февраль	
	$n^+$	$n^-$	$n^+$	$n^-$	$n^+$	$n^-$
Павлодар	30	12	28	14	30	12
Усть-Каменогорск	29	12	29	12	26	16
Балхаш	25	15	26	14	28	12
Караганда	32	10	30	12	34	8
Зайсан	21	9	18	12	21	9
Семипалатинск	33	9	29	13	30	12

Построенный график временного хода аномалии температуры воздуха с линией тренда для Семипалатинска в январе наглядно отображает преобладание положительной аномалии температуры воздуха и ее увеличение с течением времени (рис. 1).

Особенность распределения температуры воздуха в Казахстане определяется расположением его в глубине материка и большим разнообразием рельефа. Континентальность климата Казахстана заключается в резких контрастах температур воздуха дня и ночи, зимы и лета.

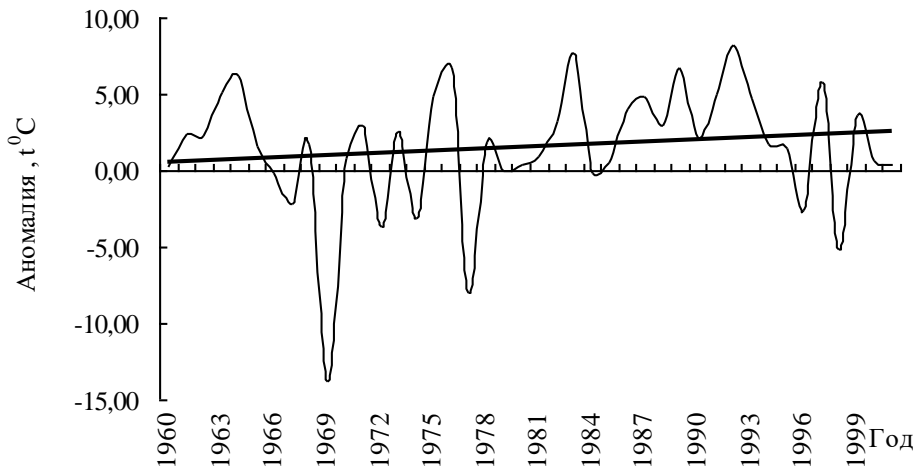


Рис. 1. Временной ход аномалии температуры воздуха и линия тренда для М Семипалатинска в январе.

В связи с этим определенным интерес представляет изучение временной структуры температуры воздуха, к характеристикам которой могут быть отнесены среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ), коэффициент асимметрии ( $As$ ), коэффициент эксцесса ( $Es$ ), которые были рассчитаны для всех станций по известным формулам [1]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}, \quad (2)$$

$$As = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{N\sigma^3}, \quad (3)$$

$$Es = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^4}{N\sigma^4} - 3, \quad (4)$$

где  $N$  – количество лет,  $\bar{X}$  – средняя многолетняя температура воздуха, °C,  $X_i$  – отдельные значения членов ряда, °C.

Параметры временной структуры температуры имеют самостоятельный физический смысл и при анализе процессов климатообразования могут служить количественными характеристиками особенностей атмосферной циркуляции. Основные статистические характеристики отражены в табл. 2.

Таблица 2

Основные статистические характеристики средней месячной температуры воздуха в зимний период

Станция	Характеристики			
	$\bar{X}$	$\sigma$	$A_s$	$E_s$
декабрь				
Павлодар	-14,9	4,6	-0,16	-0,24
Усть-Каменогорск	-14,1	5,0	-0,41	-0,10
Балхаш	-11,5	5,3	1,99	3,42
Караганда	-12,7	3,9	-0,22	-0,70
Зайсан	-14,9	4,4	0,31	0,30
Семипалатинск	-13,6	4,8	-0,30	-0,01
январь				
Павлодар	-18,1	4,8	-0,05	0,02
Усть-Каменогорск	-17,0	4,5	0,20	0,10
Балхаш	-14,9	3,3	-0,41	0,90
Караганда	-15,0	3,9	-0,20	0,61
Зайсан	-17,3	3,2	-0,24	0,50
Семипалатинск	-16,4	4,5	-0,12	0,52
февраль				
Павлодар	-17,6	4,0	0,64	-0,54
Усть-Каменогорск	-16,0	3,9	-0,40	0,02
Балхаш	-13,8	3,6	-0,30	-0,21
Караганда	-14,4	3,4	0,30	-0,10
Зайсан	-15,1	3,3	-0,87	-0,20
Семипалатинск	-15,8	4,2	0,30	-0,40

В табл. 2. видно, что средняя многолетняя температура колеблется от минус 11,5 °С до минус 18,1 °С. Среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  характеризует многолетнюю изменчивость температуры воздуха. Значения изменяются от 3,2 на М Зайсан (январь), до 5,3 на М Балхаш (декабрь), что говорит о значительных колебаниях температуры воздуха в зимний период.

Более полное представление о поведении кривой распределения дают коэффициенты  $A_s$ ,  $E_s$ . Как известно нормальное распределение характеризуется нулевыми значениями  $A_s$ ,  $E_s$  или значениями меньше критических при заданном уровне значимости. Если  $A_s$  и  $E_s$  превосходят критические значения, то это говорит об отклонении от нормального распределения. Большинство значений коэффициента  $A_s$ , на всех станциях отрицательные, то есть средняя арифметическая лежит левее моды и поэтому «удлиненной» является левая ветвь кривой. Иными

словами, эмпирическая кривая распределения имеет левостороннюю асимметрию. В качестве примера на рис. 2 приведена гистограмма распределения средней месячной температуры воздуха на метеорологической станции Семипалатинск в январе. Видно, что температура воздуха от минус 8,1 °С до минус 19,1 °С в январе наблюдается гораздо чаще, чем более низкие отрицательные температуры, которые имеют небольшую повторяемость.

Мерой крутости кривой распределения служит коэффициент эксцесса. В большинстве случаев коэффициент  $E_s$  больше нуля, что говорит о том, что кривая температуры воздуха имеет более крутое распределение по сравнению с нормально распределенной кривой.

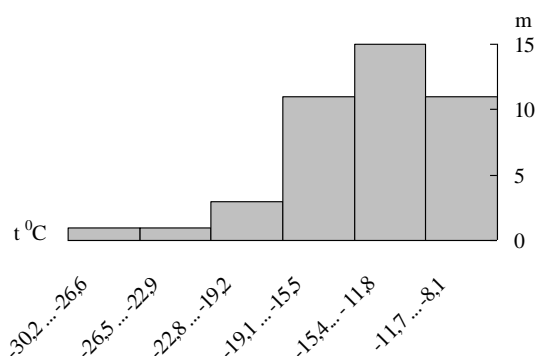


Рис .2. Гистограмма распределения средней месячной температуры воздуха Семипалатинска для января.

При изучении температурного режима зимних месяцев (декабрь, январь, февраль) с 1960 по 2001 гг. по восточной половине Казахстана нами был составлен каталог экстремально теплых и экстремально холодных месяцев, табл. 3 наглядно отображает это.

Таблица 3

Каталог экстремально холодных и экстремально теплых зимних месяцев

Месяц	Экстремальные годы	
	теплые	холодные
декабрь	1971, 1988, 1989	1966, 1974, 1976, 1984
январь	1976, 1983, 1992	1969, 1977, 1998
февраль	1963, 1983, 1987	1964, 1969, 1974, 1984
Всего	9	11

Год считается экстремальным, если на большей части рассматриваемой территории (75 %, т.е. не менее, чем на 4 станциях) отмечается аномалия температуры воздуха больше среднего квадратического отклонения.

Значения  $\Delta T$  в ЭХ (экстремально холодные) годы выше, чем в ЭТ (экстремально теплые). Самым холодным остается январь 1969, когда аномалия температуры воздуха составила от минус 9,1 °С на М Зайсан до минус 13,8 °С на М Семипалатинск, а самым теплым – декабрь 1989 с  $\Delta T$  от 7,1 °С на М Павлодар до 11,1 °С на М Зайсан.

Определенный интерес представляют средние значения аномалии температуры воздуха в ЭТ и в ЭХ годы (табл. 4).

Таблица 4

Средние значения аномалий температуры воздуха в ЭТ и ЭХ годы

Месяц	Экстремальные годы	
	теплые	холодные
декабрь	6,9 (max 11,1)	-7,3 (min -13,7)
январь	6,6 (max 8,4)	-6,9 (min -13,8)
февраль	5,5 (max 7,9)	-6,3 (min -10,8)

Как следует из табл. 4, значения аномалий температуры воздуха в экстремально теплые годы колеблются от 6,9 °С в декабре до 5,5 °С в феврале, а в экстремально холодные – от минус 7,3 °С в декабре до минус 6,3 °С в феврале.

Результаты расчета основных статистических характеристик и каталога ЭХ и ЭТ зимних месяцев могут быть использованы в практической работе при составлении долгосрочных прогнозов погоды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ботамбеков Д.Н. Пространственно-статистическая структура поля температуры воздуха зимних месяцев в Северном Казахстане // Вестник КазГУ: – 2000. – Вып.16. – С. 149-157.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1973. –343 с.
3. Турулина Г.К., Муратова Ф.Р. Исследование суровых зим в северной половине Казахстана // Вестник КазГУ: – 2000. – №.1. – С. 57-63.
4. Чичасов Г.Н. О пространственно-временной структуре крупных аномалий термического режима в Казахстане // Труды КазНИИ, 1987. – Вып. 96. – С.47-63.

Центр разработок гидрометеорологических методов прогнозирования  
РГП «Казгидромет», г. Алматы

#### ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚЫСҚЫ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ СТАТИСТИКАЛЫҚ АНЫҚТАМАСЫ

К.И. Десятова

*Қысқы мерзім кезіндегі ауа температурасының орташа айлық негізгі статистикалық анықтамасы зерттелген. Ауа температурасының аномалиясы есептелінген, ЭЖ және ЭС-ның 40 жыл ішіндегі қысқы айлық каталогі құрастылды, сонымен қатар ЭЖ және ЭС жылдардағы ауа температурасының орташа мәндерінің аномалиясы есептелді.*



УДК 551.584.2

**КЛИМАТО-ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ И РЕКРЕАЦИОННЫЙ  
ПОТЕНЦИАЛ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.С. Нысанбаева

*Рассмотрен и оценен рекреационный потенциал Западно-Казахстанской области. В основу оценки положены климатические и рекреационные характеристики региона. Получено, что по рекреационным условиям наиболее благоприятна северная часть области, а по времени года – осень и весна.*

Территория Казахстана, примыкающая к Каспийскому морю, – район с наиболее бурно развивающейся экономикой. Западно-Казахстанская область, хотя и не граничит непосредственно с Каспием, но её основная экономическая деятельность очень близка к основной экономической деятельности Прикаспийских областей – добыче газа и газоконденсата. Это обусловлено богатыми залежами нефти и газа, которые открыты здесь и активно разрабатываются. Соответственно развивается и инфраструктура: трубопроводы, автомобильный и железнодорожный транспорт, предприятия по переработке нефти и др.

Поэтому возникает проблема изучения условий труда в регионе и необходимость оценки рекреационных и климато-терапевтических (биометеорологических) возможностей региона. Впервые рекреационное районирование было проведено Б.Н. Лихановым и В.С. Преображенским [4, 5]. Исходным критерием при этом явились плотность размещения рекреационных предприятий и их роль в обеспечении основных нужд населения. В [1–3] сделана попытка разработать критерии оценки ландшафта при планировке зон отдыха. Авторами учитывались как природные, так и хозяйственные факторы в их взаимосочетании, которые оценивались по пятибалльной градации.

Немало работ по оценке природных ресурсов выполнено и за рубежом. Авторы [8, 9] предлагают проводить оценку природных ресурсов по модели, включающей характеристики климата и рекреационные характеристики. Эта типизация основана на трансформации количественных данных с помощью выбранной математической функции.

Автор [6, 7] приходит к выводу, что задача в оценке территории для рекреационных целей распадается на две части:

- оценка природных комплексов для использования человеком в разных видах рекреационной деятельности;
- оценка природных комплексов для создания рекреационных объектов. В основу оценки пригодности территории для рекреационных целей должны быть положены, прежде всего, природные условия.

Очевидно, что наиболее ценными в рекреационном отношении являются те участки, на которых по имеющимся природным ресурсам и современному состоянию природной среды возможна организация наибольшего количества мест отдыха и разнообразие видов рекреационной деятельности с благоприятным воздействием на организм. Параметры природных ресурсов, определяющие оптимальные условия для отдыха, в разных географических зонах и природных регионах не одинаковы, и это накладывает отпечаток на выбор видов и форм отдыха.

Поскольку отдельные природные факторы имеют неодинаковую ценность для организации рекреационных районов, выделяются основные и дополнительные факторы. К основным факторам, которые были положены в основу оценки, относятся: продолжительность благоприятных температурных условий, наличие морского побережья, характер рельефа, наличие лесов, рек, озер и водохранилищ, а также учитывается хозяйственный фактор: обеспеченность транспортными магистралями. К дополнительным факторам, которые принимаются во внимание, относятся: почвенный покров, наличие подземных вод, характеристика пляжей, экскурсионные объекты природного характера.

Формирование климата любого региона происходит под совместным влиянием солнечной радиации, циркуляции атмосферы и характера подстилающей поверхности. В Западно-Казахстанской области расположено две ландшафтно-климатические зоны: северные районы занимает степная, южные – пустынная. Одной из важнейших рекреационных характеристик радиационного режима следует считать солнечное сияние. В целом для области продолжительность солнечного сияния изменяется от 2343 часов в степной зоне, 2545 часов в полупустынной зоне до 2830 часов в пустынной зоне. Продолжительность солнечного сияния в области с мая по сентябрь, порядка 52 % и более светлого времени суток, подстилающая поверхность получает прямую солнечную радиацию.

Среднее квадратическое отклонение служит наиболее полной характеристикой изменчивости величины. Для Западно-Казахстанской области изменчивость продолжительности солнечного сияния сравнительно

невелика. Так, относительная годовая изменчивость составляет всего порядка 1,5...2 %, а месячная изменчивость несколько больше и равна, например, в январе около 3 %, а в июле 2,5...3 %. Теплый период года в области характеризуется продолжительностью солнечного сияния в течение дня (7...8 часов). Западно-Казахстанская область располагается в зоне ультрафиолетового комфорта.

Основными показателями, характеризующими термический режим, являются средняя месячная и годовая температура воздуха. Средняя годовая температура воздуха положительна на всей территории Западно-Казахстанской области и изменяется в пределах от 4,7 °С (Уральск, Чингирлау) до 7,6 °С (Урда). Средняя месячная температура принимает отрицательные значения с ноября по март. Самый жаркий месяц года июль. Средние месячные температуры июля колеблются по области от 23,6 °С в степной зоне до 24,4 °С в пустынной зоне. В январе средняя температура изменяется по области от минус 10,2 °С в полупустынной зоне до минус 14,2 °С в степной зоне. Большие амплитуды годовых и суточных колебаний характерны для всей области, особенно ее пустынной зоны. Абсолютный максимум равен плюс 44 °С, а абсолютный минимум минус 43 °С. Для Уральска эти величины соответственно будут +44 °С и -40 °С.

Средняя максимальная температура воздуха в пустынной зоне в течение пяти месяцев с мая по сентябрь, а в полупустынной зоне в течение трех месяцев с июня по август, превышает 30 °С и лишь в степной зоне в этот период года она изменяется от 24 до 29 °С. Средняя минимальная температура воздуха в этот период года изменяется от 8 до 18 °С, а зимой в январе от минус 17 до минус 19 °С.

Таким образом, рассматриваемая территория характеризуется по температуре воздуха холодной зимой и жарким летом. Это видно по продолжительности безморозного периода по области, который составляет 100...200 дней, а количество дней в году с температурой выше 15 °С, с помощью которой оценивается продолжительность лета, составляет от 45 до 75 дней. Число дней в году с устойчивым снежным покровом составляет от 90 до 133 дней. Высота снежного покрова от 14 см на юго-западе до 27 см на севере области. Эти факты создают благоприятные условия для регулярных санно-лыжных видов туризма и отдыха. Количество дней с температурой воздуха, равной или выше 35 °С, создает дискомфортные условия для человека по температурному режиму. Этот критерий следует считать неблагоприятным по температуре для отдыха и туризма летом (табл. 1).

Среднее число суток с температурой равной 35 °С в различных пунктах области

Метеорологическая станция	Число суток
Уральск	9,7
Чингирлау	9,3
Жымпиты (Джамбейты)	14,7
Жалпактал (Фурманово)	15,3
Тайпак (Калмыково)	22,4
Урда	15,4

Максимум числа суток с температурой равной 35 °С приходится на июль. Характеристики неблагоприятного температурного режима для зимы можно определить, используя соотношение (1, 2) в сочетании с реальной скоростью ветра [7].

$$K = (10,45 + 10 \cdot V - V) \cdot (33 - t), \quad (1)$$

$$W = 1,16 \cdot (10,45 + 10 \cdot V - V) \cdot (33 - t), \quad (2)$$

где  $t$  – температура воздуха, °С;  $V$  – скорость ветра, м/с;  $K$  – скорость охлаждения, ккал/м<sup>2</sup>·ч;  $W$  – скорость охлаждения, Вт/м<sup>2</sup>.

Но, учитывая, что скорость движения человека порядка одного, двух метров в секунду, можно сказать, что температура воздуха минус 30 °С даже в полное безветрие является неблагоприятной для отдыха и туризма. Количество суток с температурой меньше минус 30 °С незначительно (Жалпактал – 3,9; Урда – 2,4).

Хотелось бы обратить внимание на важнейшую (особенно для летнего отдыха) характеристику теплового режима – температуру поверхности почвы, которая обычно не используется при рекреационной оценке, в то время как непосредственный контакт и тепловое излучение с подстилающей поверхностью в летнее время оказывают существенное влияние на человека в естественной (природной) среде. Летом средняя месячная температура поверхности почвы на 2...5 °С выше, чем температура воздуха, а амплитуда суточных колебаний температуры поверхности почвы чрезвычайно велика и превосходит аналогичные величины для воздуха. Это может привести днем к перегреву и даже ожогам при контактном взаимодействии незащищенных участков кожи с подстилающей поверхностью, а ночью к охлаждению и простудам. В табл. 2 приведены значения среднемесячной, средней максимальной и средней минимальной температуры поверхности почвы для июля в различных пунктах области.

Таблица 2

Среднемесячная, средняя максимальная и средняя минимальная температуры поверхности почвы (июль)

Метеорологическая станция	Температура поверхности почвы, °С		
	среднемесячная	средняя максимальная	средняя минимальная
Уральск	27	59	7
Чингирлау	27	57	8
Жымпиты (Джамбейты)	28	60	7
Жалпактал (Фурманово)	29	60	9
Тайпак (Калмыково)	30	61	10
Урда	30	62	10

Абсолютный максимум температуры почвы в области отмечался на М Жалпактал (Джамбейты) и равен 71 °С, а в других пунктах он достигал 67 °С. Таким образом, в летнее время днем раскаленная подстилающая поверхность (особенно в пустынной и полупустынной зонах) создает дополнительные нагрузки на организм человека, а в полуденные часы практически исключает рекреационные мероприятия на незащищенных от солнца местах.

Расчеты рекреационных условий для рассматриваемой территории выполнены по данным шести метеорологических станций области для каждого месяца года и в среднем за год. Результаты расчетов приведены в табл. 3 и 4. В табл. 3 приведена повторяемость неблагоприятных, а в табл. 4 – благоприятных рекреационных условий (благоприятная погода).

Анализ результатов расчетов благоприятных и неблагоприятных для отдыха и туризма погодных условий в Западно-Казахстанской области приводит к следующим выводам.

Все показатели имеют четко выраженный годовой ход, что позволяет выделить в каждом пункте месяцы, более благоприятные по рекреационным климатическим условиям. Даже по территории одной области рекреационные условия в каждом месяце и за год в целом существеннейшим образом отличаются друг от друга в зависимости от местоположения пунктов.

В связи с тем, что повторяемость благоприятных и неблагоприятных рекреационных условий погоды представлены в вероятностной форме, то отпадает необходимость в альтернативных оценках рекреационных климатических условий и пользователь этой информации способен самостоятельно делать соответствующие выводы и принимать соответствующие

щие решения. Следует только помнить, что эти климатические показатели характеризуют средний многолетний режим.

Таблица 3

Неблагоприятные рекреационные условия на метеостанциях Западно-Казахстанской области ( $P(A)/A$ )

Месяц	Станция						Среднее по области
	Уральск	Чингирлау	Жымпиты	Жалпактау	Тайпак	Урда	
1	75/24	88/27	99/31	89/28	80/25	62/19	82/25
2	64/18	86/24	69/26	90/26	77/22	68/20	75/23
3	49/16	82/26	84/27	58/24	64/20	59/19	66/22
4	30/10	57/18	53/17	53/16	45/14	51/16	48/15
5	33/11	68/21	57/18	57/18	46/16	50/16	52/16
6	47/14	71/22	80/24	77/24	84/23	67/21	71/21
7	51/16	81/26	85/27	84/27	78/27	69/22	74/24
8	40/13	65/21	68/22	64/21	66/21	60/19	60/19
9	26/8	48/15	41/16	46/14	43/13	32/10	39/13
10	30/10	48/15	53/17	46/15	43/14	38/12	43/14
11	54/16	66/20	70/22	64/20	54/17	49/15	60/18
12	62/20	82/26	100/31	80/25	71/23	66/21	77/24

*Примечание:*  $P(A)$  – повторяемость неблагоприятной погоды, %;  $A$  – среднее число суток с неблагоприятными метеорологическими условиями.

Метеостанции Тайпак и Урда находятся в пустынной зоне. Поселок Урда расположен на северо-западе Прикаспийской неизменности. Окружающая местность относится к равнинным песчано-пустынным степям и представляет собой однообразную равнину, со слабым уклоном на юго-запад. Окрестности представлены бугристыми и барханными песками, среди которых и расположен поселок. К югу от поселка расположены «Соленые грязи Хаки» – солончаковая полоса. В других направлениях – глинистая, пустынная равнина. В районе поселка протекает несколько небольших речек, теряющихся в песках и летом пересыхающих. В целом Урда имеет неблагоприятные условия для рекреации.

Поселок Тайпак расположен на севере Прикаспийской низменности, на правом берегу реки Жайык. Окружающая местность представляет собой однообразную равнину, с одиночными невысокими возвышенностями и неглубокими впадинами озер и соленых грязей. В

юго-западном направлении часто встречаются песчаные массивы, имеющие слабоволнистый рельеф.

Таблица 4

Благоприятные рекреационные условия на метеостанциях Западно-Казахстанской области ( $P(\bar{A})/\bar{A}$ )

Месяц	Станция						Среднее по области
	Уральск	Чингирлау	Жымпиты	Жалпактау	Тайпак	Урда	
1	25/7	12/4	1/0	11/3	20/6	38/12	19/6
2	36/10	14/4	31/2	10/2	23/5	32/8	25/5
3	51/15	18/5	16/4	42/7	36/11	41/12	34/9
4	70/20	43/12	47/13	47/14	55/16	49/14	52/15
5	67/20	32/10	43/13	43/13	44/15	50/15	48/15
6	43/16	29/8	20/6	23/6	16/7	33/9	29/9
7	49/15	19/5	15/4	16/4	22/4	31/9	26/7
8	60/18	35/10	32/9	36/10	34/10	40/12	40/12
9	74/22	52/15	49/14	54/16	57/17	58/20	61/17
10	70/21	52/16	47/14	54/16	57/17	68/19	57/17
11	46/14	34/10	30/8	36/10	46/13	51/15	40/12
12	38/11	18/5	0/0	20/6	29/8	34/10	23/7

Примечание:  $P(\bar{A})$  – повторяемость благоприятной погоды, %;  $\bar{A}$  – среднее число суток с благоприятными метеорологическими условиями.

Повторяемость за год благоприятных метеоусловий в Урде составляет 44 %, на станции Тайпак 39 %, а среднее число неблагоприятных дней составляет 69 и 61 день в году соответственно. Наиболее благоприятный для Урды период года – сентябрь (20 дней благоприятной погоды).

Для Тайпака наблюдаются более благоприятные условия. Наибольшее число дней с благоприятной погодой в Тайпаке в сентябре и октябре, по 17 дней в каждом месяце. В летнее время (июнь – август) создаются тяжело выносимые условия. Повторяемость благоприятных условий резко падает и в июне она составляет 16 % (или 7 дней). В целом пустынную зону можно использовать для любителей экзотики и пустынного туризма почти в течение всего года, за исключением летних месяцев.

Поселки Жалпактау (Фурманово) и Жымпиты (Джамбейты) находятся в полупустынной зоне. Станция Жымпиты расположена на юге Общего Сырта. Окружающий станцию рельеф представляет собой равнину, покрытую ковыльно-полынной растительностью. Повторяемость благоприятной погоды составляет 26 % (или 87 дней в году). Но летом особенно в июне и июле, повторяемость благоприятных метеоусловий составляет всего 20 % и 15 % соответственно. В остальные месяцы года повторяемость благоприятной погоды превышает 30 %, за исключением декабря и января. Максимальная повторяемость благоприятной погоды приходится на сентябрь – 49 % (14 дней). Жалпактау имеет несколько более благоприятные условия. Поселок Жалпактау расположен на севере Прикаспийской низменности в пустынно-степном районе Казахстана. Окружающая местность представляет собой равнину. Поселок расположен на левом берегу реки Большой Узень. К востоку и юго-востоку заболоченная местность по сравнению с пустынной зоной и климатические условия здесь более мягкие: повторяемость благополучной погоды в среднем за год составляет 31 % (или 112 дней в году). Летом, особенно в июне и июле, повторяемость благоприятных метеоусловий составляет 23 % и 16 % соответственно. В остальные месяцы года повторяемость благоприятной погоды превышает 30 % за исключением зимних месяцев. 54 % – максимальная повторяемость благоприятной погоды приходится на сентябрь и октябрь. В общем следует отметить, что осень (сентябрь, ноябрь) по сочетанию благоприятных метеорологических факторов наиболее подходящая пора для рекреационной деятельности в пустынной и полупустынной зонах.

М Уральск и М Чингирлау находятся в степной зоне. М Чингирлау расположена в районе Общего Сырта и Подуральского Плато. Окружающая местность относится к глинисто-равнинным степям. Повторяемость за год благоприятных метеоусловий в Чингирлау составляет 30 % (или 107 дней в году). Среднее число неблагоприятных дней с плохой погодой в каждом месяце колеблется от 15 до 27. Наиболее благоприятные месяцы с рекреационной точки зрения – сентябрь и октябрь 52 % (15...16 дней в месяц). Максимально неблагоприятный месяц – январь, 88 % (27 дней в месяц). Более благоприятные рекреационные условия имеет Уральск. Город Уральск расположен севернее Прикаспийской низменности, в районе Общего Сырта и Подуральского плато, в сухостепной равнинной части Казахстана. Окружающая местность – ровная лесостепь. В юго-восточном направлении, на расстоянии 6 км, протекает река Жайык. С западной стороны, на расстоянии 3 км протекает река Чаган, которая южнее впадает в реку Жайык. Повторяемость благоприятной погоды в среднем



составляет 54 % (или 197 дней в году). Наиболее благоприятные месяцы весенние и осенние (с марта по май и с сентября по октябрь). В июне и июле повторяемость благоприятных метеоусловий составляет 43 %...49 % соответственно. В остальные месяцы года повторяемость благоприятной погоды превышает 45 % за исключением зимних месяцев. Сентябрь, октябрь и апрель – наиболее благоприятные месяцы для туризма и отдыха.

Изменения благоприятной погоды Западно-Казахстанской области приведены на рисунке. На нем отмечена ежегодная повторяемость для области, наиболее благоприятного пункта Уральска и неблагоприятного – Жымпиты.

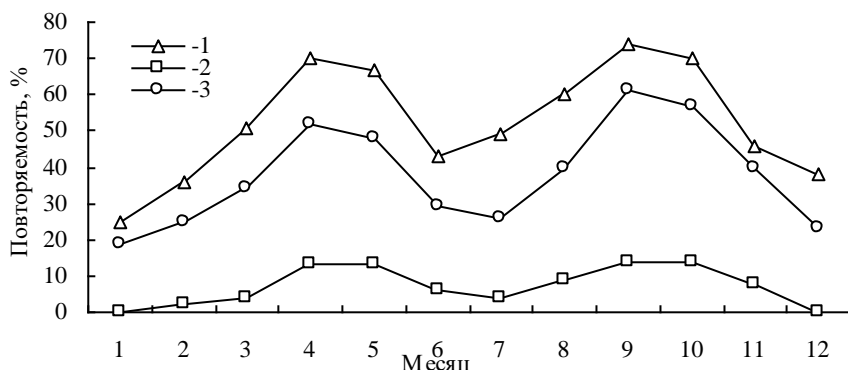


Рис. Изменение повторяемости благоприятной погоды  $P(\bar{A})$  в Западно-Казахстанской области. 1 – Уральск, 2 – Жымпиты, 3 – среднее по области.

На графике видно, что наиболее благоприятные условия для рекреации приходятся на весну (март, апрель) и на осень (сентябрь, октябрь). В эти периоды средняя по области вероятность благоприятных условий  $P(\bar{A}) = 50...60$  %. В Уральске как в самом благоприятном пункте в эти периоды значение  $P(\bar{A}) = 70...76$  %.

Неблагоприятные условия погоды приходятся на летние и зимние месяцы. Значение  $P(A)$  в среднем по области с января по февраль составляет 15...35 %, а с июня по август 25...30 %. В Жымпиты как в самом неблагоприятном пункте зимой  $P(A) = 1...30$  %, а летом  $P(A) = 15...20$  %.

Введение комплексного показателя (повторяемость благоприятной погоды среднего числа дней) позволяет планировать рекреационную деятельность, опираясь на этот количественный вероятностный показатель. Следует подчеркнуть, что данный комплексный показатель свидетель-

ствуется о качестве климата в разных зонах Западно-Казахстанской области, в различные месяцы и в целом за год. В связи с этим данный показатель можно использовать не только при оценке благоприятности рекреационных условий, но и вообще – при оценке климатических условий проживания в различных пунктах области.

Этот показатель можно использовать также в социальной сфере – при установлении коэффициентов оплаты труда, пенсий, дополнительных пособий людям, как в зависимости от места проживания и работы, так и при финансировании на социальные нужды районов области. Кроме того, комплексный рекреационный показатель климата может оказаться полезным при планировании спортивных мероприятий, проведения полевых, экспедиционных работ и для других сфер деятельности человека.

Обобщая выше сказанное, автор пришел к следующим выводам:

1. Осредненная за год по территории области повторяемость благоприятной погоды для рекреационной деятельности сравнительно низкая и составляет 37 %.
2. В целом для туризма и отдыха в Западно-Казахстанской области наиболее подходит по рекреационным климатическим условиям северные районы, а по времени года – осень (с сентября по ноябрь) и весна (с марта по май).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багрова Л.А., Багров Н.В., Преображенский В.С. Рекреационные ресурсы (подходы к анализу понятия). // Известия АН СССР, Сер. географ., 1977. – №2. – С. 17-26.
2. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. – Киев: Здоровье, 1980. – 262 с.
3. Данилова Н.А. Природа и наше здоровье. – М.: Мысль, 1977. – 236 с.
4. Лиханов Б.Н. Преображенский В.С. и др. География рекреационных систем и их районирование. // Теоретические основы рекреационной географии. – М.: Мысль, 1975. – С. 73-82.
5. Лиханов Б.Н. Рекреационное природопользование в географии. // Вопросы географии. – М.: Мысль, 1971. – Вып. 108. – С. 162-169.
6. Русанов В.И. Методы исследований климата для медицинских целей. – Томск: ТГУ, 1973. – С. 67-86.
7. Русанов В.И. Методы метеобиологической оценки климата для характеристики условий адаптации человека. // В кн.: Влияния геофизических факторов на жизнедеятельность организма. – Новосибирск: Изд-во Сибирского филиала АМН СССР, 1981. – 105 с.

8. Reuter B. Zur Klassifikation von Raumeinheiten fur die Landschaftspflege. Hattesh. Zard. Geowiss. 1977, № 2. – S. 117-126.
9. Spath H. Cluster. Analyse. Algorithmen zur Objekt-Klassifizierung und Daten reduktion. Munchen-Wien, Oldenbourq. – 1975. – 73 s.

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

**БАТЫС ҚАЗАХСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ КЛИМАТТЫҚ -  
ТЕРАПЕВТИК ЖӘНЕ РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛЫ**

А.С. Нысанбаева

*Батыс Қазақстан облысының рекреациялық потенциалы бағаланып қарастырылған. Бағалау негізіне аймақтың климатық және рекреациялық сипаттамалары қойылған. Рекреациялық жағдайлары бойынша облыстың солтүстік бөлігі ең қолайлы болып табылады, ал жыл мезгілі бойынша – күз бен көктем.*

УДК 551.583.15(575.2)

**НЕКОТОРЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КЛИМАТЕ БАТКЕНСКОЙ  
ОБЛАСТИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Доктор техн. наук И.А. Саидаминов  
А.Г. Сейтбурханов

*Рассмотрен климат и его изменения в Баткенской области Кыргызстана. Показано, что, начиная с 1975 г. по 2002 г., среднегодовая температура воздуха выросла на 1 °С, а количество осадков – на 75 мм.*

Изучение природных условий и ресурсов имеет большое производственное, экономическое и социальное значение. Баткенская область расположена на южном обрамлении Ферганской долины в северных предгорьях Туркестанского и Алайского хребтов. Климат области формируется под ослабленным воздействием сибирского антициклона, большим воздействием циклонов, вторгающихся с юго-запада и влиянием горного рельефа.

На кафедре биологии и экологии Баткенского государственного университета были изучены температурные и влажностные показатели климата области за последние годы по данным ее метеостанций. Среднемесячная температура воздуха и количество осадков за 1998...2002 гг. по районам области приведены в табл. 1 и 2. В табл. 1 видно, что среднегодовая температура воздуха в области составляет 11,4 °С, в Лейлекском и Кадамджайском районах соответственно 10,5 и 10,4 °С, а в Баткенском – больше 12,9 °С. Наиболее низкие температуры наблюдаются в декабре, январе и феврале от минус 0,8 °С до плюс 1,7 °С, а наиболее высокие в июне, июле и августе +19,9...+24,9 °С.

Таблица 1

Среднемесячные температуры воздуха по районам Баткенской области за 1998...2002 гг., °С

Район	Месяц												Среднегодовые
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Кадамджайский	0,7	1,0	6,4	11,5	14,3	20,4	23,6	21,3	18,1	10,4	5,6	0,9	10,4
Баткенский	0,1	1,2	6,9	15,3	18,8	23,3	24,9	24,5	19,6	12,7	5,9	1,7	12,9
Лейлекский	-0,8	0,6	4,8	10,8	15,8	19,9	21,1	21,4	16,4	11,3	4,3	0,4	10,5
Среднее по области	0	0,9	6,0	12,5	16,3	21,8	22,8	22,4	18,0	11,5	5,3	1,0	11,4

Таблица 2

Среднемесячные количества осадков по районам Баткенской области  
1998...2002 гг., мм

Район	Месяц												Среднегодовые
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Кадамджайский	13,6	16,0	18,7	28,4	31,6	38,5	25,6	10,6	3,3	2,6	4,4	3,3	204,3
Баткенский	12,1	13,0	22,2	34,8	27,7	27,7	27,2	7,0	2,2	9,0	16,5	13,2	213,6
Лейлекский	26,4	36,5	75,1	90,3	59,6	26,1	30,2	13,1	6,7	25,0	55,1	27,2	423,3
Среднее по обл.	17,4	28,8	38,7	49,8	39,6	31,3	27,7	10,2	4,1	10,2	24,3	14,6	280,4

Климат Баткенского района теплее, чем в Кадамджайском и Лейлекском районах, что объясняется его долинным расположением. Наиболее холодным является Лейлекский район, где наблюдается наименьшая среднемесячная температура воздуха минус 0,8 °С и наименьшая температура жаркого периода 21,1 °С, против 23,6 и 24,5 °С в Кадамджайском и Баткенском районах. Относительно низкая температура воздуха в Лейлекском районе объясняется его более высотным расположением, по сравнению с Баткенским и Кадамджайским районами. Ход изменения температуры воздуха районов и области приведены на рис. 1.

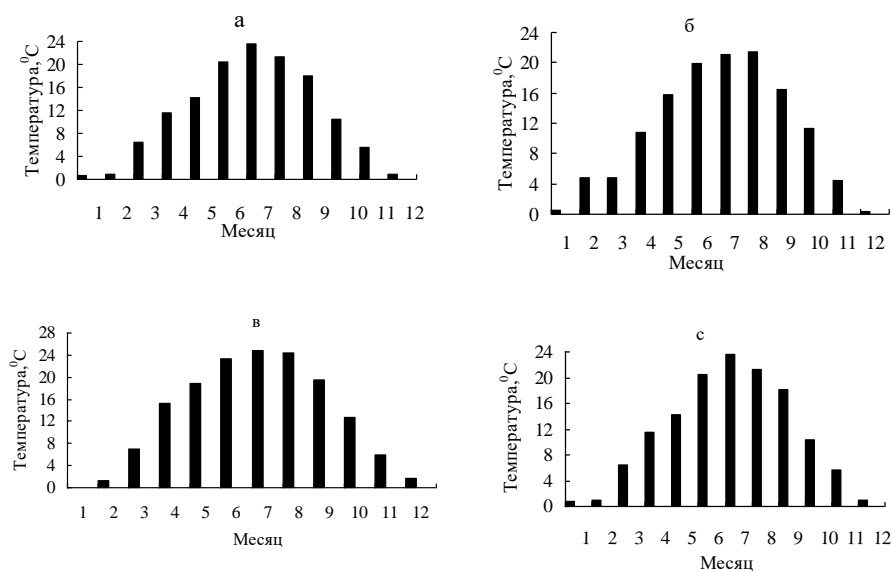


Рис. 1. Изменение среднегодовой температуры воздуха Баткенской области.  
а – Кадамджайский район, б – Лейлекский район, в – Баткенский район,  
с – среднемесячная температура воздуха за 1998...2002 гг. по Баткенской области.

Среднегодовое количество атмосферных осадков по области составляет 280,4 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в Лейлекской долине, что обусловлено её более высотным и относительно западным расположением. Кроме того, «передним» расположением района по отношению к циклонам приходящим с юго-запада и приносящих влажный воздух Средиземного и Аравийского морей. Вероятно также влияние Кайракумского водохранилища, расположенного у северной границы района, на территории Согдийской области Республики Таджикистан.

Наибольшее количество осадков в районе выпадает в марте, апреле, мае и июле, а наименьшее – в августе, сентябре и октябре (Рис. 2). Обилие осадков в ранний весенний период объясняется ослаблением сибирского антициклона и усилением проникновения влажного тропического воздуха. Последний, поднимаясь по склону Туркестанского хребта и охлаждаясь, приводит к конденсации влаги и выпадению осадков.

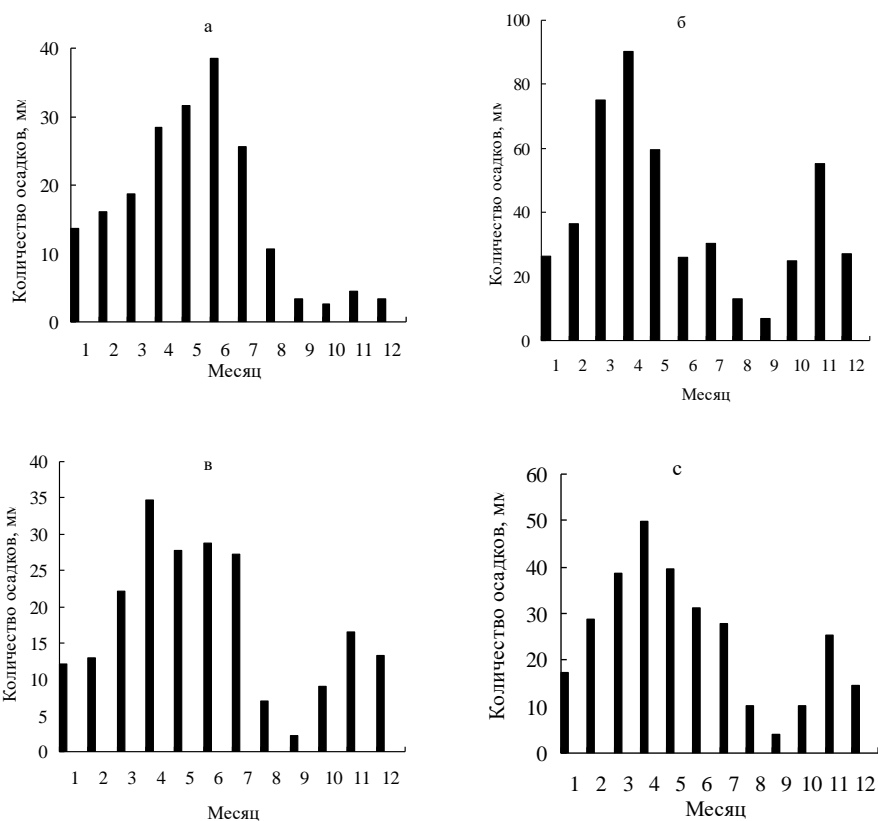


Рис. 2. Изменение количества осадков Баткенской области. а – Кадамжайский район, б – Лейлекский район, в – Баткенский район, с – среднемесячное количество осадков по Баткенской области за период 1998...2002 гг.

Более полный анализ метеорологических изменений был произведен по данным метеостанции города Баткен. Анализ проведен для периода 1975...2002 гг. Средне климатические данные Баткенской долины приведены в табл. 3. Среднегодовая температура в Баткенской долине колеблется в пределах 11,1...14,8 °С, наименьшее ее значение наблюдалось в 1993 г., а наибольшее в 1979 г. Минимальная температура минус 22,1 °С наблюдалась в Баткенской долине 6 февраля 1979 г., максимальная 41,4 °С в июне 1983 г. Самый ранний мороз наступил 20 октября 1975 г., при этом температура воздуха снизилась до минус 0,6 °С. Весенний самый ранний мороз имел место 11 марта 1977 г., а поздний – 6 апреля 1982 г., при этом температура воздуха была соответственно минус 0,3 и минус 2,5 °С. Анализ показывает, что в Баткенской долине число дней с температурой выше 10 °С составляет 214 и сумма температур за этот период – 4224 °С.

Таблица 3

Температурно-влажностные показатели Баткенской долины, 1975...2002 гг.

Показатель	Величина	Примечание
Годовая температура воздуха, °С		
средняя	12,9	
минимальная	11,1	1993
максимальная	14,8	1979
Среднемесячная температура, °С		
минимальная	-7,0	Январь, 1977
максимальная	28,6	Июнь, 1983
Экстремальная температура, °С		
минимальная	-22,1	06.02.1979
максимальная	41,4	30.07.1983
Дата первого мороза		
ранняя	20.10.1975	-0,6 °С
поздняя	11.11.1981	0,5 °С
Дата последнего мороза		
ранняя	11.03.1977	-0,3 °С
поздняя	06.04.1982	-2,5 °С
Число дней с температурой выше 10 °С	214	
Суммы температур за период с T > 10 °С	4224	
Среднегодовое количество осадков, мм		
среднее	213,6	
минимальное	135,0	1924
максимальное	525,5	1991
Среднемесячное количество осадков, мм		
среднее	17,8	
минимальное	0	Август, 1979
максимальное	49,2	Ноябрь, 1977

Анализ метеорологических данных за указанный период показал, что наименьшее среднегодовое количество атмосферных осадков в долине равно 214 мм. В некоторые годы в августе и сентябре месяце осадки отсутствовали. Наибольшее среднемесячное количество осадков наблюдалось в ноябре 1977 и составляло 49,2 мм. Температурно-влажностные показатели имеют важное агрономическое значение. Они позволяют определить виды возделываемых сельскохозяйственных культур, определить сроки их сева и уборки, необходимость орошения и расходы воды на нее.

Обработка и анализ метеорологических данных г. Баткена за вышеуказанный период показывает, что среднегодовая температура воздуха и количество атмосферных осадков имеют тенденцию к увеличению. Среднегодовая температура воздуха в Баткенской долине с 1975 г по 2002 г. увеличилась с 12 до 13 °С, т.е на 1 °С (рис. 3), а количество атмосферных осадков с 150 мм до 225 мм (рис. 4), т.е. на 75 мм. Общее потепление в Кыргызстане наблюдается повсеместно. Отмечается, что среднее потепление по стране за последние шестьдесят лет составляет 0,64 °С [1].

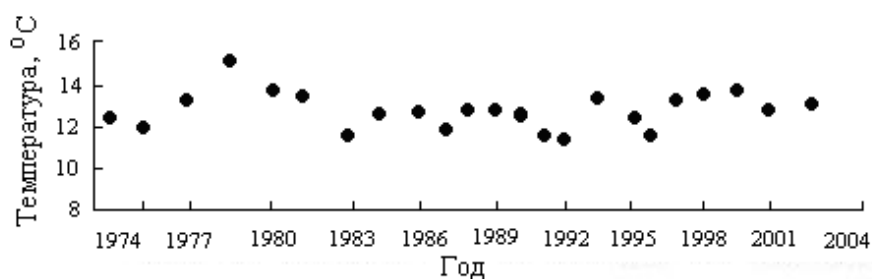


Рис. 3. Многолетнее изменение среднегодовой температуры воздуха г. Баткена.

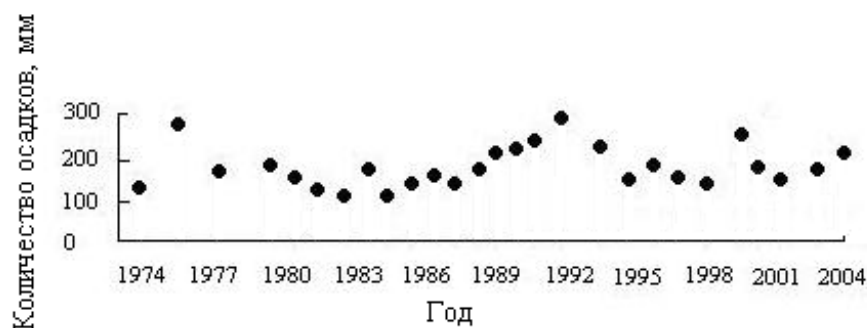


Рис. 4. Многолетнее изменение количества осадков в Баткенской долине.

Сравнение среднемесячных температур воздуха по данным метеостанции г. Исфана за период 1997...2002 гг. и 60-х годов про-



шлого века подтверждает их повышение (табл. 4) [2]. Среднегодовое повышение температуры воздуха в г. Исфане за 40 лет составляет 0,7 °С. Повышение зимней температуры достигает 2,4 °С, а летом наблюдается снижение на 0,8 °С, т.е. зимы становятся теплее, а лета – прохладнее. Количество осадков в г. Исфане увеличилось с 288 мм в год в шестидесятые годы, до 423 мм в год в 1998...2002 гг. (табл. 5).

Таблица 4

Среднемесячные температуры воздуха г. Исфана в середине и конце 20 века (°С)

Период	Месяц												Среднегодовые
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
60-е годы	-3,2	-1,5	3,6	9,9	14,7	18,8	21,9	20,7	15,6	9,1	3,3	-0,6	9,4
1998...2002 гг.	-0,8	0,6	4,8	10,8	15,8	19,9	21,1	21,4	16,4	11,3	4,5	0,4	10,1
Повышение	+2,4	2,1	1,2	0,9	1,1	1,1	-0,8	1,3	1,2	2,2	1,2	1,0	0,7

Таблица 5

Количество осадков в г. Исфане в теплый (апрель – октябрь) и холодный (ноябрь – март) периоды года, мм в год

Период	Годовое	Теплый период	Холодный период
60 –е годы	288	172	116
1998...2002 гг.	423	281	142
Увеличение	135	109	26

В табл. 5 видно, что среднегодовое увеличение количества осадков в г. Исфане за 40 лет достигает 135 мм, из них 139 мм приходится на теплый период и 26 мм на холодной период года. Величины среднемесячной температуры воздуха и количество осадков в г. Исфане в период 60-х годов приняты по [3].

Тенденция повышения среднегодовой температуры воздуха и увеличения количества осадков во второй половине 20 века наблюдается по Баткенской области. Следует отметить, что о причинах повышения среднегодовой температуры воздуха отсутствует единое мнение. Одни специалисты считают, что это последствие увеличения содержания парниковых газов, другие – результат изменения элементов движения Земли, происходящих ритмично [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боконбаев К.Д., Родина Е.М., Ильясов Ш.А. и др., Климат и окружающая среда. – Бишкек, 2003 г.



УДК 551.506.2:551.506.51(574)

**ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ МОРСКОЙ ВОДЫ В РАЙОНЕ  
ПОРТА БАУТИНО**

Канд. геогр. наук Н.И. Ивкина  
Л.М. Соколова

*Рассмотрены вопросы, связанные с анализом режима температуры морской воды в районе порта Баутино на Каспийском море.*

Для исследования характеристик температуры морской воды в районе порта Баутино использовались многолетние данные Республиканского фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению окружающей среды. Для параметризации значений температуры воды использовались ретроспективные данные за период с 1993 по 2006 гг. по МГ Форт-Шевченко. 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, в частности, междусуточной изменчивости.

**Суточный ход температуры воды**

Суточный размах температуры воды в поверхностном слое в среднем составляет 1...2 °С, максимальный – до 8,4 °С, минимальный – до 0,2 °С. 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

Среднемноголетние, максимальные и минимальные изменения суточной температуры воды по МГ Форт-Шевченко за период с 1993 по 2006 гг., °С

Характеристика	Изменение температуры воды по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Среднемноголетняя	0,7	0,7	1,0	1,6	1,8	2,0	1,9	1,9	1,7	1,5	1,3	0,9
Максимальная	2,4	2,3	3,2	4,6	5,6	8,4	6,2	6,2	6,1	4,7	4,6	3,5
Минимальная	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2

### Сезонные изменения температуры воды

В годовом ходе температуры воды месяцами, отражающими ее сезонные характеристики, являются февраль, апрель, июль – август и ноябрь. Годовой минимум температуры приходится на февраль. Среднегодовые её значения на поверхности моря в районе МГ Форт-Шевченко в феврале составляют 1,0 °С (табл. 2).

Таблица 2  
Статистические характеристики температуры воды по МГ Форт-Шевченко за период 1993...2006 гг.

Месяц	Температура воды, °С					
	средняя	средняя из максимальных	средняя из минимальных	абсолютный максимум	абсолютный минимум	разность
Январь	1,2	4,0	-0,4	6,4	-1,6	8,0
Февраль	1,0	2,9	-0,8	5,7	-2,9	8,6
Март	3,4	7,1	0,7	9,7	-1,8	11,5
Апрель	9,3	15,3	4,5	18,6	1,0	17,6
Май	15,0	21,8	10,4	23,1	1,2	21,9
Июнь	22,3	27,4	15,7	29,5	10,7	18,8
Июль	24,6	28,1	19,7	30,6	15,6	15,0
Август	23,1	28,3	18,0	26,5	12,7	13,8
Сентябрь	19,3	24,4	14,2	29,2	10,5	18,7
Октябрь	14,1	18,5	9,2	22,3	7,3	15,0
Ноябрь	8,0	12,3	2,7	14,6	-1,1	15,7
Декабрь	2,5	5,9	0,2	7,7	-1,2	8,9
Год	12,0	16,3	7,8	30,6	-2,9	33,5

В холодные годы температура воды в этот период может достигать значений минус 2,9 °С, а в экстремально теплые зимы – 5,7 °С. Когда температура воды понижается до 0 °С и ниже, в этом районе моря развиваются ледовые процессы. От февраля к марту радиационный прогрев вод увеличивается, и за месяц температура морской воды повышается на 2...3 °С. Наиболее интенсивно прогревается поверхностный слой воды от марта к апрелю: на 5...6 °С, температура воды в апреле в среднем равна 9,3 °С. В теплые годы она на 2...3 °С выше среднееголетнего значения, а в холодные годы – на 2...3 °С ниже этого значения. Примерно такое же повышение температуры воды (5...6 °С) отмечается от апреля к маю, а от мая к июню 6...7 °С. С июня радиационный прогрев вод ослабевает, и от июня к

июлю температура в среднем повышается на 2...3 °С, при этом уменьшается интенсивность прогрева вод из-за роста эффективного излучения с поверхности моря. Средняя температура воды в июле составляет 24,6 °С. С ростом потерь тепла и внутриводного теплообмена, способствующего передаче тепла в нижележащие слои, интенсивность прогрева от июля к августу резко ослабевает, и приращение температуры воды либо не происходит, либо она понижается на 1...3 °С. В последующие два месяца идет дальнейшее понижение температуры воды (4...6 °С/месяц).

Ноябрь является переломным месяцем перехода от осенних процессов к зимним. В ноябре средняя температура воды составляет 8,0 °С. От ноября к декабрю интенсивность понижения средней температуры воды составляет 5...6 °С. В дальнейшем, до февраля, средняя температура воды понижается на 1...2 °С.

Анализ данных показал, что в этом районе моря абсолютного максимума температура воды в верхнем слое достигает в июле, что соответствует значению 30,6 °С, а минимума – в феврале (минус 2,9 °С), средняя годовая температура составляет 12,0 °С. Диапазон колебаний температуры воды изменяется от 8,0 °С в январе до 18,8 °С в июле (рис. 1).

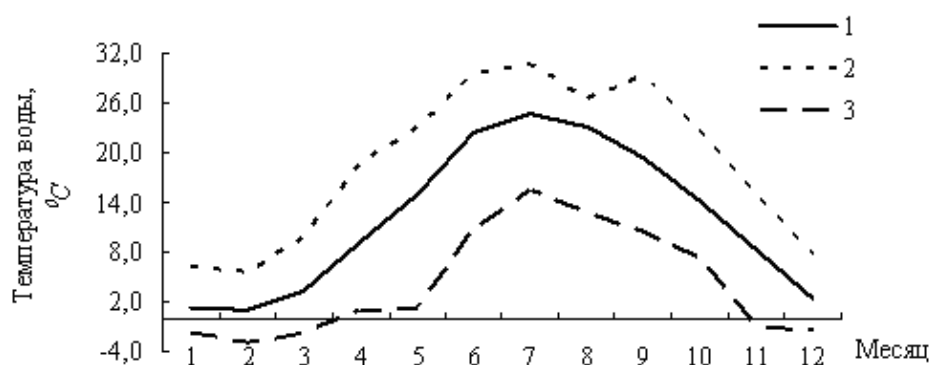


Рис. 1. Внутригодовой ход средней (1), максимальной(2) и минимальной (3) температуры воды по МГ Форт-Шевченко за период 1993...2006 гг.

Надо отметить, что большое значение для распределения температуры воды в Каспийском море имеет степень солености морской воды. При соленостях, какие свойственны Каспийскому морю, в холодные сезоны наблюдается такое распределение температуры воды, при котором верхние слои имеют более низкую температуру, чем слои нижние. Согласно исследованиям Е.Г. Архиповой, В.А. Любанского, Л.П. Резниковой

наиболее интенсивный теплооборот в поверхностном слое моря происходит при температуре воды выше среднегодовых значений [1-2].

### **Явление апвеллинга**

Для исследуемого района Каспийского моря характерны непериодические (в результате ветрового воздействия) кратковременные колебания температуры воды, которые наблюдаются главным образом летом, чаще в июле (табл. 3). Это связано с подъемом холодных глубинных вод, приводящим к образованию у берега полосы холодной воды – явление прибрежного апвеллинга [3 - 6]. Оно наблюдается не систематически, а лишь при определенных гидрометеорологических условиях, когда господствуют устойчивые береговые ветры сгонно-нагонного направления. В таких случаях температура воды в зонах подъема вод может понижаться на 5...10 °С и более.

В табл. 3 представлены в качестве характеристик апвеллинга среднесуточные значения температуры воздуха ( $T_{возд}$ ) и воды ( $T_{в.}$ ), предшествующие началу сгонно-нагонных колебаний уровня моря в данном районе. Также даны срочные значения температуры воздуха ( $T'_{возд}$ ) и воды ( $T'_{в.}$ ) во время подъема (спада) уровня моря под воздействием ветра и преобладающее направление и максимальная скорость ветра, вызвавшего данное явление.

Таблица 3

Изменения температуры поверхностного слоя воды в результате ветрового воздействия в районе МГ Форт-Шевченко с 1962 по 2006 гг.

Дата (число, месяц, год)	Температура воздуха, °С		Температура воды, °С		Ветер	
	$T_{возд}$	$T'_{возд}$	$T_{в.}$	$T'_{в.}$	направление	max скорость, м/с
15.07.62	29,4	32,1	24,9	21,4	С	9
21.07.62	28,2	40,4	27,7	22,5	ЮЮВ	10
04.08.63	18,2	21,2	20,5	17,4	ССЗ	9
13.09.64	26,1	30,7	23,4	19,3	СВ	10
24.06.65	22,6	23,9	23,6	18,7	ЮВ	7
09.08.66	27,0	33,0	26,4	22,4	В	10
05.08.67	30,1	32,2	21,4	17,6	ЮВ	14
12.08.68	25,0	27,2	19,4	15,7	ЮВ	12
21.08.70	22,3	25,6	25,0	18,3	СВ	14
12.05.70	25,0	27,2	19,4	15,7	ЮВ	12
26.05.70	27,3	31,9	20,9	17,8	В	14
06.08.72	26,8	33,0	23,4	20,5	ЮЮВ	12
04.07.72	28,0	34,0	26,4	21,6	ЮВ	12
12.05.73	24,4	27,5	18,5	14,5	ЮВ	6
10.07.73	22,1	26,4	23,8	17,9	ССЗ	9

Дата (число, месяц, год)	Температура воздуха, °С		Температура воды, °С		Ветер	
	$T_{возд}$	$T'_{возд}$	$T_{в.}$	$T'_{в.}$	направление	max скорость, м/с
23.07.73	20,7	22,3	24,4	19,5	ЗСЗ	14
24.07.73	18,7	21,2	22,2	19,1	ЗЮЗ	12
08.08.74	22,1	28,9	23,2	15,9	ЮЗ	12
30.07.74	23,8	26,1	25,2	18,4	В	9
10.07.96	28,5	34,0	28,1	15,6	СВ	10
24.07.97	26,0	28,0	25,9	15,9	СВ	10
30.07.01	28,8	31,0	21,7	11,8	ЮВ	14
17.08.04	26,8	30,0	26,0	22,0	СВ	12
12.09.05	26,4	27,0	20,3	14,9	ЮВ	6
02.05.06	10,7	13,0	9,6	4,8	ВЮВ	16

Например, в конце июля 1997 г. в результате устойчивого воздействия сильных северо-восточных ветров наблюдалось резкое понижение температуры поверхностного слоя воды на 10 °С (рис. 2).

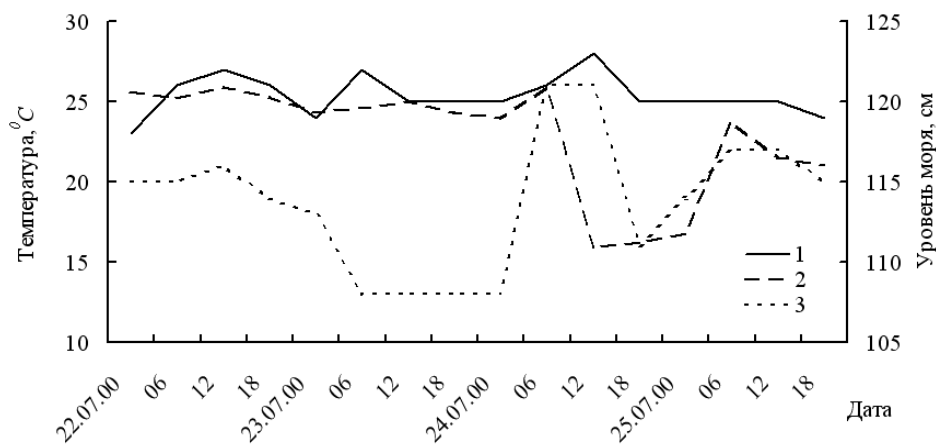


Рис. 2. График совмещённого хода срочных значений температуры воздуха (1), воды (2) и уровня моря (3) по МГ Форт-Шевченко в июле 1997 г.

В конце июля 2001 г. после продолжительного (около суток) сильного юго-восточного ветра (10...14 м/с), теплые поверхностные слои морской воды (24...25 °С) были вынесены в открытое море, а непосредственно у берега, в результате подъёма более глубоких вод, температура поверхностного слоя понизилась на 10 °С (рис. 3).

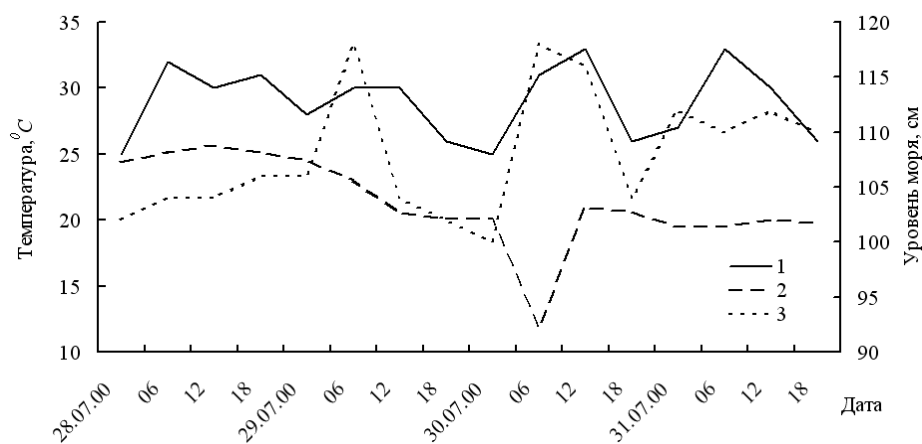


Рис. 3. График совмещённого хода срочных значений температуры воздуха (1), температуры воды (2) и уровня моря (3) по МГ Форт-Шевченко в июле 2001 г.

Зоны апвеллингов имеют важное значение для транспортного флота. Более холодные и плотные по сравнению с окружающими водными массами воды в зоне апвеллинга оказывают влияние на гидрометеорологические условия в данном районе. Над районами апвеллинга часто возникают туманы, резко ухудшающие видимость. В то же время сложная картина вертикального перемещения вод Каспийского моря недостаточно изучена, учитывая опасность данного явления необходимо продолжать его исследование.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипова Е.Г. Тепловой баланс Каспийского моря // Труды ГОИН.- 1957. – Вып. 35. – С. 3-102.
2. Архипова Е.Г., Любанский В.А., Резникова Л.П. Основные особенности температурного режима Каспийского моря и его районов // Труды ГОИН. – 1958. – Вып. 115. – С. 5-19.
3. Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей. – Т. IV. Каспийское море. – Вып.1. Гидрометеорологические условия. – СПб: Гидрометеиздат, 1992. – 359 с.
4. Савушкина Е.П. Об аномалии температуры воды в средней части Каспийского моря // Материалы научно-технической конференции по специальности гидрометеорологическое обслуживание народного хозяйства. – Баку, 1967. – С.59 – 67.
5. Уланов Х.К. Аномалии температуры воды в восточной части Среднего Каспия // Изв. АН АзССР. Сер. геолог.-геогр. – 1960. – №4. – С.79-92.





УДК 556.164 (282.256.164.6)

**ИЗМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА Р. ЕСИЛЬ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

А.У. Ортбаева

*Проведен сравнительный анализ гидрологического режима р. Есиль при различных значениях обеспеченности стока для условно-естественного и нарушенного гидрологических режимов.*

Река Есиль берет начало из родников в горах Нияз (северная окраина Казахского мелкосопочника) и впадает в р. Ертис слева. Есиль относится к типу рек с ярко выраженным весенним половодьем. Основным источником питания являются талые воды, образующиеся от снеготаяния в ее бассейне. В половодье река сбрасывает около 90 % годового объема стока. Ледостав начинается большей частью в октябре – ноябре [6].

Сток р. Есиль зарегулирован Вячеславским (1969 г.), Сергеевским (1969 г.) и Петропавловским (1973 г.) водохранилищами. Наиболее крупные водозаборы производятся Ишимским, Пресновским, Соколовским и Булаевским групповыми водопроводами. Также в отдельные периоды года на сток оказывает влияние режим работы канала Нура-Ишим [5].

Целевое назначение Вячеславского водохранилища – водоснабжение г. Астаны и Аршалинского района. Полезный объем водохранилища 378 млн. м<sup>3</sup>. Водоохранилище представляет собой подпертый плотиной участок протяженностью 11 км. Сергеевское водохранилище – подпертый плотиной ГЭС участок реки протяженностью 100 км. Полезный объем водохранилища 635 млн. м<sup>3</sup>. Петропавловское водохранилище входит в единый водохозяйственный комплекс, предназначенный для хозяйственно-бытового и технического водоснабжения Петропавловского промрайона, наполнения ТЭЦ-2, а также гарантированной подачи воды ниже г. Петропавловска. Полезный объем водохранилища 16,1 млн. м<sup>3</sup>. Водоохранилищем является подпертый плотиной участок р. Есиль, протяженностью 30 км [2].

Целью данной работы является выявление изменений основных характеристик р. Есиль в связи с зарегулированностью стока упомянутыми водохранилищами.

Исследование изменений гидрологического режима основывалось на вероятностных характеристиках двух независимых гидрологических рядов: условно-естественного и нарушенного. Период с естественным гидрологическим режимом носит признаки условности, так как начало хозяйственного освоения водных ресурсов происходило и до ввода в эксплуатацию водохранилищ. Несмотря на наличие ранней хозяйственной деятельности, связанной с использованием стока, за начало нарушенного гидрологического режима был принят 1969 г., совпадающий с началом зарегулирования стока вышеупомянутыми водохранилищами. Анализ производился с помощью эмпирической кривой вероятности ( $P = 25 \%$ ,  $P = 50 \%$ ,  $P = 75 \%$ ,  $P = 95 \%$  для условно-естественного и нарушенного периодов отдельно), основанной на реальных статистических данных, полученных с помощью непосредственных замеров на инструментальной основе.

### **Изменение режима стока**

Основная фаза водного режима р. Есиль – весеннее половодье. Обычно весеннее половодье начинается в конце первой – начале второй декады апреля и заканчивается во второй – третьей декадах мая. Во время половодья уровень воды р. Есиль поднимается на 2...3 м. В многоводный год превышение максимальных весенних уровней над меженными в верховьях Есиля достигает 3 м, ниже г. Астаны от 5 до 9 м [6].

Сопоставительный анализ внутригодового распределения расходов воды стока различной обеспеченности показывает, что для условно-естественного периода характерны высокие расходы, при нарушенном же периоде гидрологического режима они изменены в сторону уменьшения. Сокращение стока за счет наполнения водохранилищ во время пика половодья в нарушенном периоде составило: в многоводном году (25 %) – 48,5 %; в среднемноголетнем по водности году (50 %) – 23,4 %; в среднем по водности году (75 %) – 24,0 %; в маловодном году (95 %) – 77,4 % (табл. 1).

Цикл сработки водохранилища длится с осени до апреля. Наполнение водохранилищ осуществляется во время пика половодья, а затем с мая снова начинается сработка запасов воды из водохранилища. Такой режим работы водохранилищ позволяет поддерживать оптимальные условия во время межени.

Как следует из табл. 1, в многоводный год нарушенного режима расход воды в январе и феврале на 185...215 % больше, чем в естественный период, тогда как в сентябре, октябре, ноябре и декабре увеличение расходов воды по сравнению с естественным периодом составляет 2...33,3 %. Подобная сработка в январе и феврале многоводного года связана с большим запа-

сом воды. В среднем по водности году увеличение расходов воды в межень за нарушенный период составляет: январь – 53 %, февраль – 119 %, сентябрь – 34,2 %, октябрь – 21,4 %, ноябрь – 1,4 %, декабрь – 44,2 %. В среднемаловодном году увеличение расходов воды составляет: январь – 112 %, февраль – 137 %, сентябрь – 11 %, октябрь – 35 %, ноябрь – 48,2 %, декабрь – 18 %.

Таблица 1

Распределение расходов воды во внутригодовом разрезе при различных обеспеченностях условно-естественного и нарушенного периодов

Месяц	Расход воды, м <sup>3</sup> /с							
	естественный период				нарушенный период			
	25 %	50 %	75 %	95 %	25 %	50 %	75 %	95 %
1	4,25	4,97	1,46	1,83	12,1	7,60	3,09	6,38
2	3,27	4,62	1,53	1,67	10,3	10,1	3,62	10,0
3	2,77	4,19	1,34	2,03	7,27	16,0	2,91	11,3
4	58,6	76,0	17,8	5,84	37,9	46,9	81,3	23,3
5	1160	406	163	79,3	597	311	124	17,9
6	192	88,0	47,7	16,5	247	99,1	43,6	15,0
7	49,3	19,0	16,2	9,62	67,4	28,3	10,4	8,08
8	23,1	10,0	9,22	4,58	27,2	12,1	5,40	6,38
9	18,3	7,60	5,58	3,10	24,4	10,2	6,18	6,56
10	16,3	6,80	4,56	2,71	16,0	8,26	6,15	6,84
11	13,6	6,20	3,11	2,41	14,6	6,11	4,61	6,20
12	11,0	4,20	2,55	1,79	13,0	6,06	3,77	8,63

В маловодном году воды сбрасывается намного больше, чем в остальные годы: январь – 249 %, февраль – 491 %, сентябрь – 112 %, октябрь – 152 %, ноябрь – 157 %, декабрь – 382 %.

#### Изменение термического режима

Классический характер влияния водохранилищ многолетнего регулирования на температурный режим водной среды – это охлаждающее влияние в весенне-летний период и обогревающее в осенне-зимний период.

Устойчивая положительная температура воды, наблюдавшаяся в естественном периоде уже в апреле, а в годы с поздней весной – в начале мая, несколько запаздывает в нарушенном периоде из-за охлаждающего влияния водохранилища в весенне-летний период, а естественный ход понижения температуры в осенний период также нарушен обогревающим влиянием. Такая тенденция характерна для всех рассматриваемых лет по обеспеченности (P = 25 %, P = 50 %, P = 75 %, P = 95 %) с нарушенным гидрологическим режимом (табл. 2).

Таблица 2

Распределение температуры воды во внутригодовом разрезе при различных обеспеченностях условно-естественного и нарушенного периодов

Месяц	Температура воды, °С							
	естественный режим				нарушенный режим			
	25 %	50 %	75 %	95 %	25 %	50 %	75 %	95 %
5	9,7	13,1	12,5	10	7,6	7,8	10,4	11,5
6	18,1	20,6	17,5	19,8	16,7	19,1	19,2	17,7
7	21,8	19,8	21,3	22,7	22,2	21,5	22,2	21,4
8	19,2	17,8	20,9	19,3	20,2	18,3	22,4	20,4
9	13,3	12,6	13,8	14,7	12,5	13	16,2	14,0
10	3,6	4,8			5,7	6,0	6,3	9,9
11								2,2

Например, в мае разница температурного режима между естественным и нарушенным периодами составляет: в многоводном году – 2,1 °С; в среднем по водности году – 5,3 °С; в среднемаловодном году – 2,1 °С, т.е. переход температуры воды через 0,2 °С, 4 °С, 10 °С происходит позже средних многолетних дат.

Осенью в нарушенный период переход температуры через 10 °С, 4 °С, 0,2 °С также происходит позже среднемноголетних дат из-за отепляющего влияния. Например, в маловодном году нарушенного периода в октябре и ноябре сохраняется положительная температура 9,9°С и 2,2 °С соответственно, в результате чего, в зимний период.

Средний по водности год является самым благоприятным для жизнедеятельности водных экосистем. Как видно на рисунке, в рассматриваемом году наблюдается запаздывание повышения температуры воды весной на 5,3 °С, а осенью переход температуры на 0 °С запаздывает на 1,5 °С.

Попуски охлажденной воды, создавая искусственно низкую положительную температуру в весенний период, нарушают естественный ход развития водной и околородной фауны и флоры в вегетационный период.

#### **Изменение стока взвешенных наносов**

Основная доля (86 %) стока взвешенных наносов реки Есиль проходит в период весеннего половодья, сток наносов летнего периода колеблется от 3 % до 40 %, тогда как зимний сток наносов составляет 0,05...10 %. Мутность увеличивается при прохождении наибольших расходов воды, и соответственно происходит интенсивный эрозийный процесс. В условиях различ-

ной водности расход наносов в районе города Петропавловск постоянен. Этому способствует морфологическое строение долины [6].

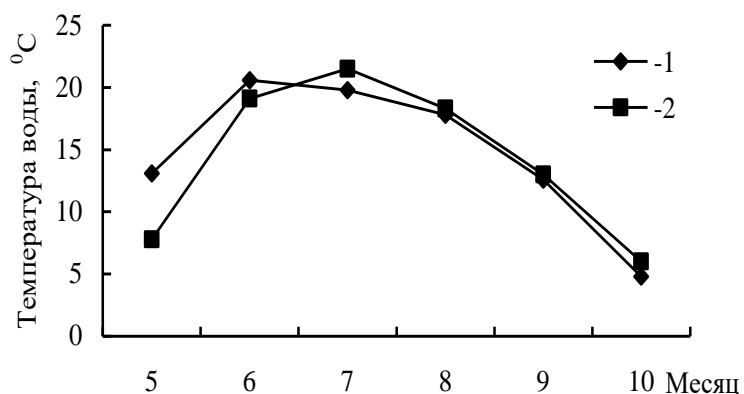


Рис. Внутригодовое распределение температуры воды р. Есиль створ г. Петропавловск в среднем по водности году. 1 – условно-естественный гидрологический режим; 2 – нарушенный гидрологический режим.

Внутригодовое распределение стока взвешенных наносов в характерные по режиму водности годы (многоводный, средний по водности, маловодный) в естественном гидрологическом режиме показывает увеличение его при прохождении наибольших расходов воды (22,0...580 кг/с) (табл. 3).

Таблица 3

Распределение расходов взвешенных наносов в течение года при естественном и нарушенном гидрологических режимах различной водности года

Месяц	Расход взвешенных наносов, кг/с					
	естественный			нарушенный		
	25 %	50 %	95 %	25 %	50 %	95 %
1	0,20	0,08	0,08			
2	0,22	0,06	0,08			
3	0,20	0,05	0,13	0,06	0,04	0,03
4	22,0	73,0	4,10	7,50	22,0	0,12
5	580,0	67,0	1,30	50,0	27,0	0,30
6	24,0	3,90	0,62	7,50	4,10	0,03
7	2,20	0,62	0,72			
8	0,59	0,21	0,58			
9	0,43	0,15	0,39			
10	0,74	0,12	0,32			
11	0,40	0,11	0,32			
12	0,34	0,07	0,28			

Но в условиях нарушенного гидрологического режима четко прослеживается резкое сокращение объема стока наносов. Например, в многоводном году расход взвешенных наносов сокращен: в марте – 71,5 %, в апреле – 66,0 %, в мае – 91,4 %, в июне – 69,0 %; в среднем по водности году этот показатель составляет: март – 20,0 %, апрель – 70,0 %, май – 60,0 %; а в маловодном: март – 75,0 %, апрель – 97,1 %, май – 77,0 %, июнь – 95,0 %. Водохранилища являются своего рода ловушкой для стока взвешенных наносов. Аккумуляция наносов на дне водохранилищ приводит к уменьшению их емкости.

### **Выводы**

Сравнительный анализ основных характеристик гидрологического режима р. Есиль за естественный и нарушенный периоды показывает изменение естественного гидрологического режима под влиянием хозяйственной деятельности, т.е. при нарушенном гидрологическом режиме наблюдается отсутствие максимальных пиков во время весеннего половодья, быстрое охлаждение воды весной и нагрев осенью, а также аккумуляция стока наносов в чаше водохранилищ.

Сокращение объема стока в весенний период в различные по водности годы от 23,4 до 77,4 % определяет объем воды, вышедший на пойму, за вегетационный период года. Уменьшение объема стока взвешенных наносов на 50...80 % в свою очередь приводит к недостаткам питательных веществ для околоводной фауны и флоры.

Таким образом, несмотря на водообеспечение засушливой территории в период межени путем регулирования стока, режим работы водохранилищ оказывает негативное влияние на водную экосистему температурными изменениями, сокращениями дней затопления поймы во время половодья и снижениями биопродуктивности пойменных лугов за счет сокращения объема стока наносов. Все это может привести к ухудшению условий для ихтиофауны, изменению видового состава, а также снижению качества урожая.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бурлибаев М.Ж. Некоторые проблемы изменения температурного режима и об их роли в развитии и жизнедеятельности речной экосистемы // Гидрометеорология и экология. – 1999. – №3. – С. 61-68.
2. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Вып. 2. Ч. 2. Озера и водохранилища. Бассейн реки Ишим. – Алматы: Казгидромет, 2006. – 109 с.

3. Левашова Е.А., Михайлов В.Н., Михайлова М.В., Морозов В.Н. Естественные и антропогенные изменения стока воды и наносов в устье Дуная // Водные ресурсы. – 2004. –Т. 31. – № 3, май-июнь. – С. 261-272.
4. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Т. 5. Казахская ССР. Вып. 1. Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 466 с.
5. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Ч. 1. – Вып.1.Бассейны рек Иртыш, Ишим, Тобол. Книга 1. – Алматы, 2002...2004. – 191 с.
6. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель / Под ред. Б.А. Урываева. – Вып. 5. Северо-Казахстанская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 417 с.

Центр экологического мониторинга окружающей среды РК, г. Алматы

**ЕСІЛ ӨЗЕНІНІҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖІМІНІҢ НЕГІЗГІ  
СИПАТЫНЫҢ ШАРУАШЫЛЫҚ ІС-ӘРЕКЕТТЕРДІҢ  
ӘСЕРІНЕН ӨЗГЕРУІ**

А.У. Ортбаева

*Есіл өзенінің гидрологиялық режимінің негізгі сипатына сулылықтың әртүрлі мәндерінде, шартты-табиғи және өзгерген гидрологиялық режимдерде салыстырмалы талдау жасалды.*



УДК 556.165

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА Р. ИЛЕК**

А.О. Али Номан

*Рассмотрены характеристики годового стока р. Илек и ее основных притоков в период устойчивого водопотребления и в условно-естественный период. Определены расходы воды различной обеспеченности рассматриваемых рек, произведена оценка водных ресурсов бассейна.*

Река Илек образуется слиянием рек Караганды (левая составляющая) и Жарык (правая составляющая), впадает в р. Урал слева на 1085-м км от ее устья, на территории России. Общая длина реки 623 км, площадь водосбора 41300 км<sup>2</sup>. Река имеет общее направление течения до г. Актобе с юга на север, а затем на северо-запад и является основной водной артерией Актюбинской области.

Основные притоки: реки Хобда, Коктюбе, Табактал, Карагала, Сазды, Таныбергел, Аксу. Кроме перечисленных, река принимает ряд других притоков, длиной до 20...30 км и много небольших, летом сухих балок. Из всех притоков только реки Карагала и Хобда характеризуется постоянным стоком, остальные летом пересыхают и представляют собой цепочку разобщенных плесов.

Бассейн р. Илек относится к районам недостаточного увлажнения, характеризующимся малым количеством осадков и большими величинами испарения. В связи с этим реки бассейна в общем маловодны. Однако, по сравнению с другими районами данной местности, бассейн р. Илек является наиболее обеспеченным осадками и подземными водами [3, 4].

Для всех рек бассейна, питающихся преимущественно снеговыми водами, характерно крайне неравномерное распределение стока в течение года. Основная доля годового стока (60...80 %) приходится на весенний период. Объем стока за летне-осенний сезон и зиму на некоторых реках района составляет до 30...40 % его годовой величины.

В работе рассматриваются четыре расчетных створа, два из которых расположены непосредственно на р. Илек (г. Актобе и с. Чилик), а два на крупнейших притоках – р. Карагала – с. Каргалинское и р. Большая Хобда – с. Новоалексеевка.

Исходными материалами по стоку рек послужили опубликованные справочно-кадастровые и архивные материалы, основными недостатками которых являются малая продолжительность и пропуски в рядах наблюдений. Для расчета нормы стока и других статистических параметров в выбранных створах проведено восстановление расходов воды на р. Илек и ее притоках. Для этого был использован метод гидрологической аналогии, найдены связи годового стока в створе с наиболее длинным рядом наблюдений (р. Илек – г. Актобе) со стоком остальных рассматриваемых створов. Коэффициенты корреляции ( $r$ ) указанных зависимостей изменяются в пределах от 0,86 до 0,96. В качестве примера на рис. 1 приведена связь среднегодовых расходов воды р. Илек – г. Актобе ( $Q_{и-а}$ ) и р. Илек – с. Чилик ( $Q_{и-ч}$ ). В результате расчетов были получены ряды наблюдений за стоком в рассматриваемых створах за период с 1932 по 2005 гг.

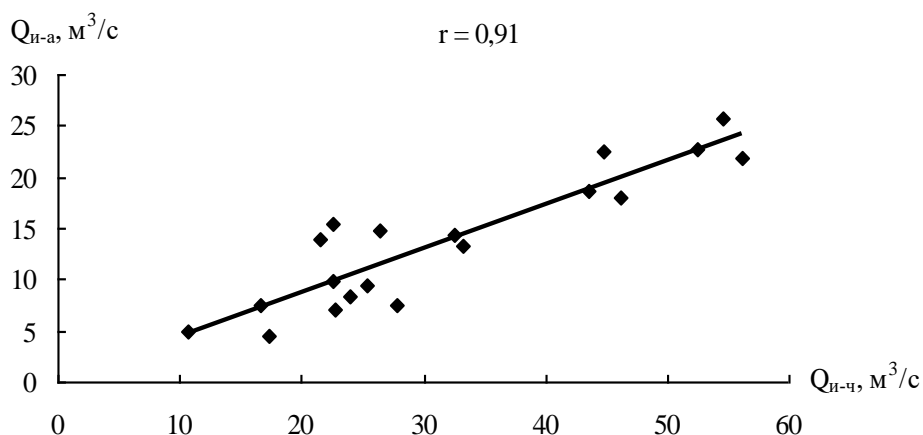


Рис. 1. График связи среднегодовых расходов воды р. Илек – с. Чилик и р. Илек – г. Актобе за период с 1975 по 1997 гг.

Другим существенным недостатком материалов по расчету стока рек является недоучет влияния изъятий воды на хозяйственные нужды выше пунктов наблюдений. Воды рек и временных водотоков интенсивно используются на орошение, промышленное и питьевое водоснабжение, а также в сельском хозяйстве. Кроме того, сток рек Карагала и Илек с 1975 г. искажен влиянием Карагалинского, а с 1988 г. – Актюбинского водохранилищ [1].

Учитывая активную хозяйственную деятельность в бассейне, появляется необходимость восстановления естественного стока рек Илек и Карагала. Для подсчета основных характеристик стока в опорных створах использованы результаты расчетов Казгидропроекта и Казгипроводхоза,

проведённых при гидрологическом обосновании проектов Актюбинского и Карагалинского водохранилищ [1]. В этих проработках в результате анализа, корректировки и удлинения рядов наблюдений были получены расчетные ряды стока р. Илек в створе у г. Актобе и р. Карагалы в створе у с. Каргалинское с 1932 по 1974 гг. В связи с незначительными величинами отъемов стока на хозяйственные нужды и орошение в прошлые годы, поправки на учет хозяйственной деятельности не вводились.

Естественный сток по данным створам за период с 1975 по 1984 гг. принят по проработкам Казгипроводхоза. Для восстановления естественного стока р. Карагала за период с 1985 г. по 2005 г. использована аналогичная методика. В качестве реки-аналога выбран гидрологический пост с практически неискаженным естественным стоком и достаточно длительным рядом наблюдений – р. Косистек у с. Косистек.

Естественный сток р. Илек у г. Актобе за эти же годы, в соответствии с методикой Казгипроводхоза [1], восстановлен по графику связи с р. Карагалой у с. Каргалинское, а сток р. Илек в створе с. Чилик – с р. Илек – г. Актобе. На сток р. Большая Хобда водохранилища не оказывают влияния. Сток в данном створе считается условно естественным. Среднегодовые расходы воды были восстановлены по связи с р. Илек у г. Актобе лишь за ранний период (1932...1960 гг.), пропуски в ряду наблюдений среднегодовых расходов воды р. Большая Хобда – с. Новоалексеевка были восстановлены по связи среднегодовых расходов со средними расходами за апрель.

В результате восстановления естественного и наблюденного годового стока в створах р. Илек – г. Актобе, р. Илек – с. Чилик, р. Карагала – с. Каргалинское и р. Большая Хобда – с. Новоалексеевка получены расходы воды за период с 1932 по 2005 гг. По результатам расчетов были построены совмещенные интегральные кривые естественного и наблюденного стока, наглядно демонстрирующие уменьшение стока за счет хозяйственной деятельности. На рис. 2 приведена такая кривая для р. Илек – с. Чилик. Для оценки репрезентативности рядов и синхронности колебаний стока рек бассейна р. Илек были построены совмещенные разностные интегральные кривые [2] (рис. 3). Приведенные кривые свидетельствуют о синхронности колебаний стока рек, что позволяет принять единый расчетный период. В соответствии с [2] расчетный период устанавливается в случаях, если продолжительность наблюдений не превышает 50...60 лет, поэтому в работе в качестве расчетного для определения нормы стока принят период с 1932 по 2005, со-

ставляющий 74 года. Он включает в себя 9 циклов колебаний стока около средней величины, в том числе один полный цикл внутривековых колебаний (1932...1946 гг.) и восемь циклов с меньшими колебаниями стока.

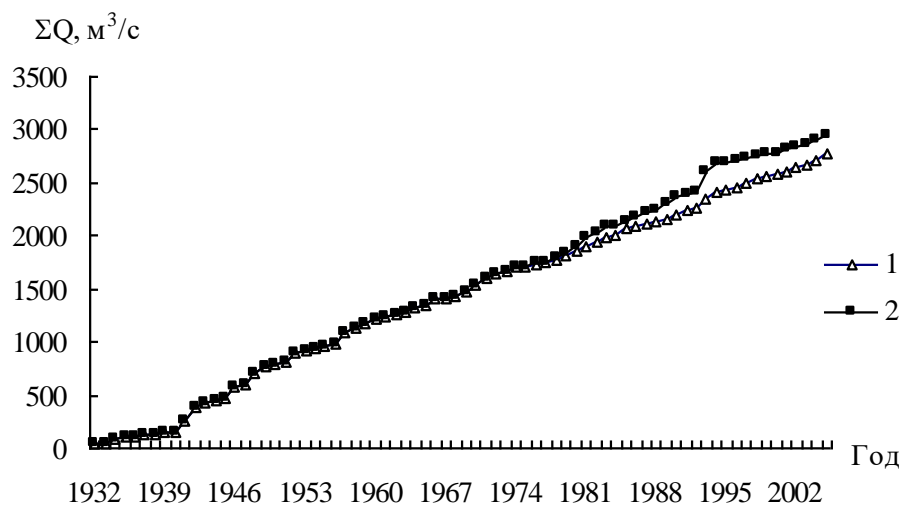


Рис. 2. – Совмещенные интегральные кривые условно-естественного и бытового стока р. Илек – с. Чилик за период с 1932 по 2005 гг.  
1 – бытовой сток; 2 – условно-естественный сток.

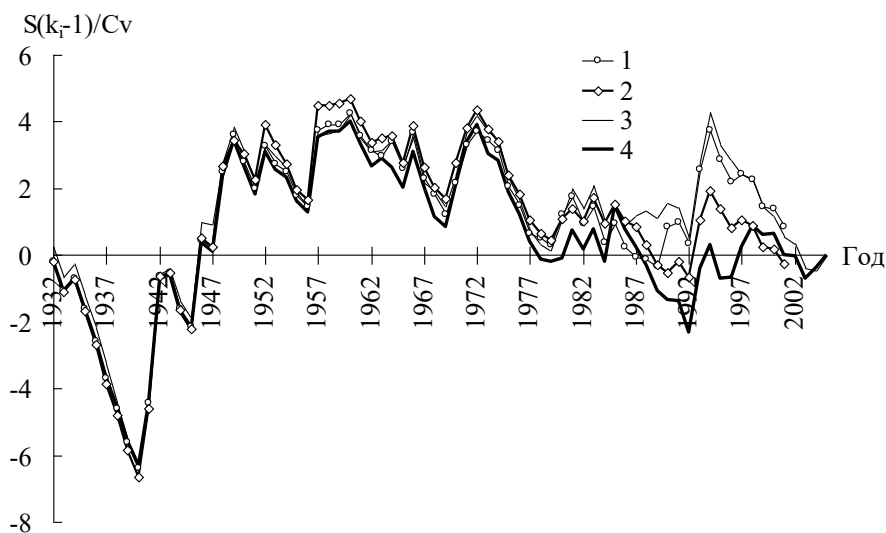


Рис. 3 – Совмещенные разностные интегральные кривые модульных коэффициентов рек бассейна р. Илек. 1 – р. Илек – г. Актобе; 2 – р. Илек с. Чилик; 3 – р. Карагала – с. Каргалинское; 4 – р. Большая Хобда – с. Новоалексеевка.

Для многолетнего хода стока р. Илек характерным является чередование маловодных и многоводных лет. Особенно большое маловодье наблюдалось в 30...40 годы. Маловодный период с 1935 по 1940 гг. продолжался шесть лет с величинами годового стока обеспеченностью более 80 %. На протяжении имеющегося периода наблюдений таких продолжительных и глубоких маловодий больше не наблюдалось. Чаше встречаются группировки из двух-трех лет, обеспеченность стока которых 65...80 %.

За принятый расчетный период вычислены средние многолетние характеристики стока (табл. 1). Сток р. Илек на участке от г. Актобе до с. Чилик изучен слабо. На этом участке река принимает свой крупнейший приток – р. Большая Хобда. Потерь по длине реки не наблюдается, и суммарный сток р. Илек у г. Актобе и р. Большая Хобда не превышает значений у с. Чилик.

Таблица 1

Параметры годового стока рек бассейна р. Илек за период с 1932 по 2005 гг.

Река – пост	Средние многолетние параметры				Расчётные расходы воды Q, м <sup>3</sup> /с различной обеспеченности (P), %		
	Q, м <sup>3</sup> /с	W, млн. м <sup>3</sup>	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	50	75	95
р. Карагала – с. Каргалинское	11,1	350	0,75	1,88	8,72	5,11	2,87
р. Большая Хобда – с. Новоалексеевка	6,23	197	0,85	2,13	4,52	2,54	1,44
р. Илек – г. Актобе	17,2	543	0,80	2,00	12,9	7,41	4,12
р. Илек – с. Чилик	39,8	1260	0,90	2,16	28,1	14,9	7,75

Кроме того, результаты замеров Института «Казгипроводхоз» показали, что на рассматриваемом участке р. Илек не только не теряет воду, но наоборот имеет выклинивание. Это объясняется довольно глубоким врезом реки в долину и хорошей дренированностью прилегающих территорий [1].

Как известно, ресурсы поверхностных вод складываются из стока рек, временных водотоков, а также из запаса воды в озерах. В бассейне р. Илек количество озер незначительно, и они не вносят существенного вклада в водные ресурсы, поэтому не учитывались.

Для подсчетов водных ресурсов бассейна р. Илек в качестве замыкающего створа принят пост р. Илек – с. Чилик. Площадь водосбора р. Илек у с. Чилик равна 37 300 км<sup>2</sup>, что составляет 90 % общей площади (41 300 км<sup>2</sup>) бассейна. Сведения о ресурсах поверхностных вод приведены в табл. 2

Ресурсы поверхностных вод бассейна р. Илек (млн. м<sup>3</sup>)

Средний годовой сток	Сток за характерные годы		
	многоводный (P = 10 %)	маловодный (P = 80 %)	очень маловодный (P = 97 %)
1260	2701	404	228

Как следует из значений таблицы 2, величина ресурсов поверхностных вод бассейна р. Илек для среднего по водности года равна 1260 млн. м<sup>3</sup>, что составляет 0,96 л/с км<sup>2</sup> или 30 мм слоя стока. Территория бассейна является наиболее многоводной по сравнению с реками данного региона. По сведениям «Ресурсы поверхностных вод» [3] ресурсы бассейна р. Илек, включая бассейн р. Хобда, на 1966 г. составляли 1324 млн. м<sup>3</sup>, то есть ресурсы бассейна сократились на 64 млн. м<sup>3</sup>. Очевидно, что уменьшение нормы стока рек можно объяснить влиянием хозяйственной деятельности.

Данная работа была выполнена в рамках создания Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Урал с притоками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водохозяйственный баланс бассейна р. Илек в пределах Актыубинской области Казахской ССР: Отчет Института «Казгипроводхоз». – Алма-Ата, 1987. – 161 с.
2. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 460 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан /Под ред. М.С. Протасьева. – Т. 12. – Вып.3. Актыубинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 515 с.
4. Чеботарев А.И. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 540 с.

Центр разработок гидрометеорологических методов прогнозирования РГП «Казгидромет», г. Алматы

#### ИЛЕК ӨЗЕНІНІҢ АЛҚАБЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

А.О. Али Номан

*Илек өзенінің жылдық су сипаттамасы және негізгі тасқының тұрақты сұтытұну кезені және негізгі-табиғи саласы қарастырылды. Өзенің әртүрлі қамтамасыздық шығынуы анықталды. Өзен айдының су ресурстары бағаланды.*

УДК 551.482

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ПРИТОКА В ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

Марс Т. Нарбаев

*Предлагается формула для определения расхода притока в водохранилище.*

Если поперечное сечение потока расположено перпендикулярно по направлению скорости, и совпадает с живым сечением потока, то расход притока в водохранилище определяется по формуле [2 – 5]:

$$Q = \int_0^w vdw, \tag{1}$$

где  $v$  – скорость потока в пределах элементарной площадки,  $dw$  – величина элементарной площадки.

Положив в основу методику определения расхода притока в водохранилище, необходимо специально устанавливать расположение живого сечения в потоке так, чтобы на всех элементарных площадках скоростной вектор был направлен по нормали, тогда уравнение (1) можно представить в следующем виде, учитывая, что  $dw = dhdb$ :

$$Q = \int_0^b \int_0^h vdhdb = \int_0^b qdb. \tag{2}$$

Далее, для непосредственного определения расхода притока в водохранилище необходимо измерять кинематические и геометрические элементы потока. Для этого, аппроксимируя интеграл (2), записываем уравнение в следующем виде:

$$Q = kq_1b_1 + \frac{q_1 + q_2}{2}b_2 + \dots + \frac{q_{n-1} + q_n}{2}b_n + kq_nb_{n+1}, \tag{3}$$

где  $q_1, q_2, \dots, q_n$  – расходы воды на вертикалях, м<sup>2</sup>/с;  $b_1, b_2, \dots, b_n, b_{n+1}$  – расстояние между вертикалями, м;  $k$  – коэффициент для скоростей на прибрежных вертикалях, принимаемый 0,7 при пологом берегу с  $h = 0$  на урезе, 0,8 – при обрывистом берегу реки или неровной стенке канала, 0,9 – при гладкой бетонной стенке канала.

Расходы на вертикалях вычисляют по следующей формуле:

$$q = V_{cp} \cdot h, \quad (4)$$

где  $V_{cp}$  – средняя скорость на вертикалях, м/с;  $h$  – глубина отдельных вертикалей, м.

Одной из наиболее ответственных и сложных задач при определении элементарных расходов воды (расходы воды на вертикалях) является средняя скорость на вертикалях. Распределение скоростей течения воды в открытых русловых потоках может быть весьма разнообразным. Это зависит от типа питания реки, морфологических особенностей, шероховатости русла и уклона водной поверхности. При всем разнообразии указанных выше факторов существуют некоторые общие закономерности в распределении скоростей по глубине и ширине русла реки и канала.

Для математического выражения распределения продольных скоростей на различных глубинах по вертикали, в разное время разными авторами, были предложены различные формулы и зависимости. Наибольшее распространение получило уравнение параболы и эллипса, на базе которых выведены эмпирические и теоретические формулы.

Поскольку скоростные точки располагаются по определенной системе, то определение площади эпюры скорости для определения средней скорости на вертикали, может быть сделано графоаналитическим способом, путем разбивки площади эпюры горизонтальными линиями на части, которые могут быть приближенно приняты за трапеции. Пусть имеются скорости, измеренные в пяти стандартных точках на вертикали открытого потока. В этом случае расход воды на вертикали можно представить как сумму площадей четырех трапеций [2 – 5]:

$$Q = 0,5(V_{нов} + V_{0,2h}) \cdot 0,2h + 0,5(V_{0,2h} + V_{0,6h}) \cdot 0,4h + 0,5(V_{0,6h} + V_{0,8h}) \cdot 0,2h + 0,5(V_{0,8h} + V_{дон}) \cdot 0,2h \quad (5)$$

После приведения подобных членов и деления на глубину  $h$  получается:

$$V_{cp} = 0,1(V_{нов} + 3V_{0,2h} + 3V_{0,6h} + 2V_{0,8h} + V_{дон}). \quad (6)$$

Скоростям на глубинах  $0,2h$ ,  $0,6h$  и  $0,8h$  придаются веса (коэффициенты) больше единицы, формула (6) рекомендуется для открытого потока без развитой растительности.



Для тех же условий, лишь с различными весовыми коэффициентами предлагаются:

Формула Симпсона

$$V_{cp} = 0,05V_{нов} + 0,347(V_{0,2h} + V_{0,6h}) + 0,173V_{0,8h} + 0,083V_{дон}. \quad (7)$$

Формула Мелентьева

$$V_{cp} = 0,049V_{нов} + 0,344(V_{0,2h} + V_{0,6h}) + 0,171V_{0,8h} + 0,082V_{дон}. \quad (8)$$

Таким образом, приведенные формулы (6), (7) и (8) получены путем суммирования площадей четырех трапеций, лишь с различными весовыми коэффициентами, что показывает их невысокую точность.

Из изложенного выше следует, что распределение скоростей потока по вертикали (эпюра скорости) может быть получена по фактически измеренным данным. Часто возникает необходимость получить распределение скоростей в точках по глубине и среднюю скорость на вертикали при отсутствии данных измерений, основываясь на теоретических положениях. В этом случае исходными данными являются: поверхностная скорость, шероховатость русла и уклон реки. Применение таких зависимостей имеет большое практическое значение, так как методика определения коэффициента Шези разработана достаточно полно, а значение поверхностной скорости практически нетрудно определить, не производя детальных измерений по глубине, некоторые из этих формул приводятся в таблице.

Недостатками указанных в таблице формул является определение средней скорости на вертикали по одной измеренной скорости ( $V_{нов}$ ) и невозможности точного определения других параметров русла реки.

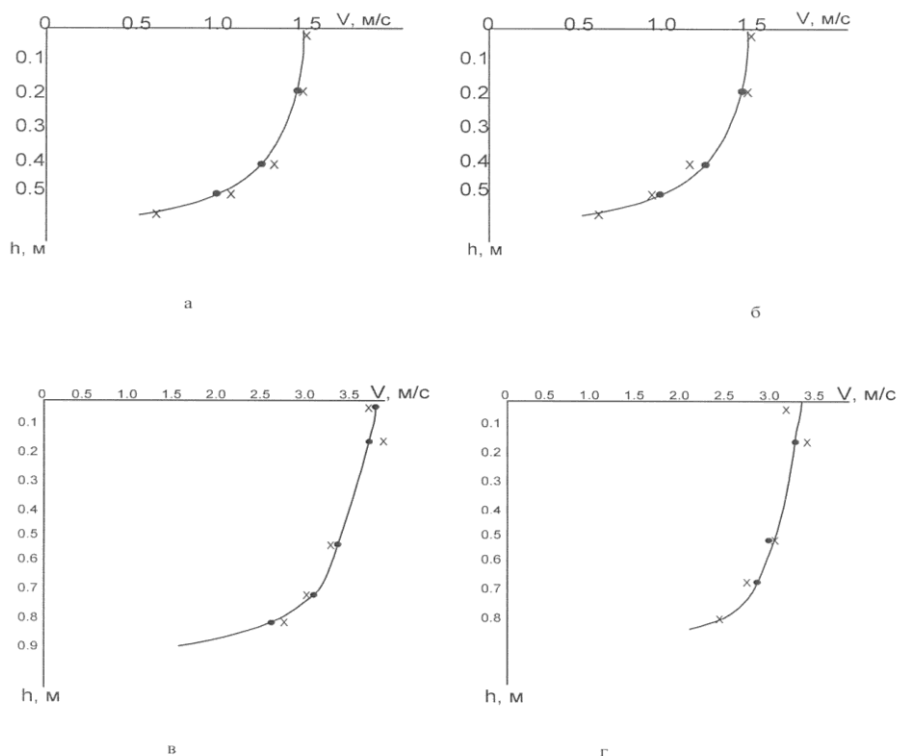
В связи с этим возникла необходимость в разработке такого подхода, который обеспечивал бы достаточную точность при прочих равных условиях. Как было неоднократно отмечено выше, для математического выражения распределения продольных скоростей на различных глубинах чаще всего используют уравнения параболы разных степеней с горизонтальными и вертикальными осями.

Чтобы проверить указанное положение для предгорных и горных рек Южного Казахстана, необходимо:

1. Осуществить выбор уравнения профиля скоростей турбулентного потока.
2. Разработать предложение по определению средней скорости на скоростной вертикали.

Исследования по определению продольных скоростей течения воды в открытых русловых потоках на различных глубинах проводились на р. Талас и обводном канале ниже Таласской плотины на расстоянии 200 м на специально оборудованных гидрометрических мостиках.

Далее по общеизвестной методике устанавливались скорости течения воды в точках [2 – 5]. По данным измерений скоростей в точках на каждой скоростной вертикали строились эпюры скоростей, для чего точки измерения откладывались на определенных глубинах, а концы векторов обозначались звездочками и к ним подбиралась теоретическая кривая, соответствующая форме профиля скоростей (рисунок).



*Рис. Характерные эпюры профилей скорости на р. Талас и обводном канале. а, б – на р. Талас; в, г – на обводном канале ниже Таласской плотины; x – натурные данные, • – теоретические данные.*

Приведенные характерные эпюры получены по результатам многолетних натурных исследований на р. Талас и обводном канале (бетонный канал,  $b = 10$  м). Таким образом установлено, что распределение продольных скоростей на различных по вертикали глубинах в открытых рус-

ловых потоках достаточно хорошо описывается уравнением параболы различной степени [3]:

$$V_i = V_{нов} \sqrt[n]{\left(1 - \frac{y}{h}\right)}, \quad (9)$$

где  $V_i$  – скорость течения воды в характерных точках, м/с;  $V_{нов}$  – скорость на поверхности, м/с;  $y$  – расстояние от поверхности воды до точки со скоростью  $V_i$ , м;  $h$  – глубина вертикали, м;  $n$  – показатель степени.

Полученные эпюры в одном и том же створе, в различные годы на р. Талас соответствуют уравнению параболы 3...5 степени (рис. а, б), а на обводном канале соответствуют уравнению параболы 8...10 степени (рис. в, г). Особенностью эпюр в обводном канале является небольшая разница поверхностных и донных скоростей, связанная с донной шероховатостью искусственных сооружений. Следовательно, заранее определив форму кривой распределения скоростей, т.е. уравнение параболических трапеций, можно записать общую площадь криволинейной трапеции [1, 6]:

$$\int_a^b y dz = \frac{h}{3} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + \dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n). \quad (10)$$

Если указанное уравнение разбить на пять ординат (при  $n = 2$ ;  $h = \frac{b-a}{n}$ ) и разделить его на длину принятых равных частей, то можно получить приближенную формулу для определения средней линии криволинейной трапеции:

$$y_{cp} = \frac{1}{6} (y_0 + 4y_1 + y_2). \quad (11)$$

Преобразовав уравнение (11), относительно эпюры скоростей с вертикальной осью, получим:

$$V_{cp} = \frac{1}{6} (V_{нов} + 4V_{cp.усл} + V_{дон}), \quad (12)$$

где  $V_{нов}$  – скорость на поверхности, м/с,  $V_{дон}$  – донная скорость, м/с;  $V_{cp.усл}$  – условная средняя скорость параболической трапеции, м/с.

Условную среднюю скорость параболической трапеции на скоростной вертикали предлагается вычислять:

$$V_{cp.усл} = \sqrt{\frac{V_{нов}^2 + V_{дон}^2}{2}}. \quad (13)$$

Далее подставляя формулу (13) в (12), окончательно получим среднюю скорость параболической трапеции с вертикальной осью:

$$V_{cp} = \frac{1}{6} \left( V_{нов} + 2\sqrt{2(V_{нов}^2 + V_{дон}^2)} + V_{дон} \right). \quad (14)$$

Результаты определения  $V_{cp}$  по формуле (14) и формулам (6), (7), (8) дают близкие значения, расхождения не превышают 10 %, что вполне допустимо в водохозяйственных и водно-энергетических расчетах [7].

Таблица

Сравнение результатов расчетов различными формулами

Автор	Формула	$V_{cp}$ , м/с	% отклонения
Гириллович Н.А.	$V_{cp} = 0,1(V_{нов} + 3V_{0,2h} + 3V_{0,6h} + 2V_{0,8h} + V_{дон})$	0,70	0,00
Железняков Г.В.	$V_{cp} = V_{нов} \left( \frac{m}{1+m} \right)$	0,68	2,86
Караушев А.В.	а $V_{cp} = V_{нов} \sqrt{1 - P \left( \frac{y}{h} \right)^2}$	0,69	1,43
	б $V_{cp} = \sqrt{\frac{V_{нов}^2 \cdot PC}{M}}$	0,68	2,86
	в $V_{cp} = \frac{V_{нов}}{1 + m/3c}$	0,68	2,86
	г $V_{cp} = \frac{V_{нов} \cdot (C-1)}{1,11 \cdot C}$	0,69	1,43
Предлагаемая формула	$V_{cp} = \frac{1}{6} \left( V_{нов} + 2\sqrt{2(V_{нов}^2 + V_{дон}^2)} + V_{дон} \right)$	0,68	2,86

### Выводы

1. Установлено, что распределение продольных скоростей на различных по вертикали глубинах в открытых русловых потоках достаточно хорошо описывается уравнением параболической трапеции различной степени.
2. Профиль скорости течения воды в русле р. Талас описывается уравнением параболической трапеции с показателем степени  $n = 3...5$ , а в обводном канале (искусственное сооружение) с показателем степени  $n = 8...10$ ,

что подтверждает теоретические исследования Н.А. Гирилловича, Г.В. Железнякова и др.

3. Предлагается формула для определения средней скорости течения воды на скоростной вертикали, которая ускоряет время измерения скоростей и повышает точность расчета.
4. Результаты натурных и теоретических исследований дают близкие результаты, расхождения не превышают 10 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М.: «Наука», 1968. – 608 с.
2. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 447 с.
3. Гириллович Н.А. Гидрометрия. М.-Л.: «ОНТИ НТКП СССР», 1937. – 328 с.
4. Железняков Г.В. Гидрометрия. М.: Изд-во «Колос», 1972. – 255 с.
5. Железняков Г.В. Теория гидрометрии. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 343 с.
6. Смирнов А.В. Курс высшей математики. – Т.1.–М.: Наука, 1974. – 479 с.
7. СНиП 2.01.14.83. Определение расчетных гидрологических характеристик. Государственный комитет по делам строительства. – М., 1985. – 36 с.

Алматинский гуманитарно-технический университет, г. Алматы

#### **СУ ҚОЙМАСЫНА АҒЫН ӨТІМІН АНЫҚТАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІГІН ЖЕТІЛДЕРУ**

Марс Т. Нарбаев

*Зерттеулердің нәтижесінде су қоймасына ағын өтімін анықтауға формула ұсынылған.*

УДК 556. 114

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДОЛОГИЯ  
ИССЛЕДОВАНИЙ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ  
ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОЕМОВ АРИДНЫХ ЗОН**

Доктор геогр. наук С.М. Романова

*Приведен анализ литературных данных и собственных исследований по изучению оценки влияния антропогенных факторов на гидрохимию континентальных бессточных водоемов Казахстана.*

Изучение процессов солеобразования и соленакопления, условий и процессов формирования, трансформации состава вод под действием различных факторов тесно связано с теоретическими основами гидрохимии.

При исследовании этих вопросов мы руководствовались учением школы академика Н.С. Курнакова о физико-химическом анализе применительно к природным водам, рассолам и солям, развитым в дальнейшем его учениками и последователями как в России, Казахстане, Киргизии, Узбекистане, так и в странах дальнего зарубежья.

Поскольку природные воды по существу являются растворами природных веществ минерального и органического происхождения, то они рассматриваются нами как природные равновесные физико-химические системы, состоящие из воды и растворенных в ней соединений. К ним применимы законы и теории растворов и индивидуальных веществ (прежде всего законы действующих масс, термодинамики, гетерогенных равновесий, эквивалентов, теории сильных и слабых электролитов, электролитической диссоциации, а также теории строения веществ, химической связи).

Состав природных вод аридных и гумидных областей отражает физико-химические условия их происхождения и существования в окружающей среде. Так, для условий Казахстана на примере оз. Балхаш и прибалхашских озер Б.А. Беремжановым детально изучен генезис природных солей, освещены некоторые вопросы соленакопления и солеобразования в континентальных котловинах, а также обоснованы пути использования солей сульфатных озер. При этом автором изучены лишь главные ионы состава вод [3].

Исходя из учения о направленном изменении химического состава вод и рассолов под влиянием процессов метаморфизации (Н.С. Курнаков, С.Ф. Жемчужный, М.Г. Валяшко, Г.К. Пельш, И.К. Жеребцова, В.С. Самарина), Б.А. Бе-

ремжановым показаны причины и механизм процессов метаморфизации, протекающих в озерах Балхаш, Алаколь и Сасыкколь, которые в конечном итоге привели к засульфаченности воды этих водоемов. Для объяснения данного явления необходимо было дать характеристику водам, выщелачивающим, транспортирующим и аккумулирующим соли Прибалхашья. По мнению проф. Б.А. Беремжанова в континентальном озере Балхаш при смешении вод разных типов и концентраций между собой и с водой озера должны протекать процессы метаморфизации, приводящие к формированию состава воды озера. Используя идеи о катионном обмене, С.А. Щукарев и Т.А. Толмачева создали коллоидно-химическую теорию соляных озер, с помощью которой удалось объяснить причины снижения содержания кальций ионов в воде озера Балхаш и Сасыкколь. В воде озера протекают, по предположению Б.А. Беремжанова, реакции не только двойного обмена, но и катионного обмена воды озера с донными, береговыми породами и коллоидно-глинистым материалом (содержащими большое количество поглощенного кальция), вносимым в озеро. Все эти процессы способствуют образованию и осаждению карбоната кальция и повышению содержания сульфата натрия. На основе химической диаграммы Н.С. Курнакова, физико-химического анализа процессов испарения и охлаждения рассолов озер, а также отличительными особенностями состава балхашской воды был высказан предполагаемый состав рассолов и твердых отложений соляных озер Прибалхашья.

Рассматривая природные и общественные явления с точки зрения гидроэкологии, как сложные системы, состоящие из взаимосвязанных объектов, А.А. Турсунов отмечает особую роль воды в процессах взаимного массо-, энерго- и информационного обмена между объектами и явлениями этой системы [12]. Философски переосмысливая имеющийся материал по гидроэкологии аридных водоемов Центральной Азии (Аральское море, озёра Балхаш, Алаколь, Эбиноор (КНР) и другие озера), А.А. Турсунов отмечает целый ряд их отличительных особенностей (эмерджентность, морфометрия, ветровые течения, гидрохимия и гидробиология). Благодаря этим свойствам для процессов аридных водоемов оказывается неприменимым большинство закономерностей, выявленных ранее для крупных озер гумидных зон (озёра Байкал, Ладожское, Онежское, Севан и др.). Таким образом, отдельные выводы по гидроэкологии аридных водоемов А.А. Турсунова дополняют и развивают основные теоретические положения континентального солеобразования Б.А. Беремжанова. Так, например, А.А. Турсунов утверждает, что вдольбереговое перемещение наносов и взаимодействие воды мелководного водоема с пологими бере-

гами, а также ветровые течения должны оказывать влияние на протекание процессов метаморфизации химического состава воды озер и водохранилищ.

Учеными стран СНГ разработан и апробирован на практике ряд методологических подходов для познания гидрохимии искусственных водоемов: водохранилищ и прудов (А.Б. Авакян, Г.В. Воропаев, А.Б. Китаев, Ю.М. Матарзин, А.И. Денисова [4], Е.П. Нахшина [7], Ю.Г. Майстренко [6], А.А. Зенин [5], М.И. Кривенцов, М.Н. Тарасов [11], Н.А. Амиргалиев [2], С.И. Абремская [1] и др.).

Однако наряду с успехами имеются и недостатки, имеющие принципиальное значение. К ним относятся следующие: недостаточный учет генезиса, специфики и особенностей формирования водохранилищ в условиях интенсивного антропогенного влияния, а водохранилища – охладители на основе соляных озер практически не изучены. Факторы, определяющие гидрохимический режим водохранилищ, в том числе водохранилищ-охладителей, можно условно разделить на внешние и внутренние. К первой группе относятся: климат, поверхностный сток (притоки), почвы, грунтовое и подземное питание, антропогенный фактор (забор воды и стоки). Причем, значительное влияние из антропогенных факторов оказывает режим подпитки и условия эксплуатации водохранилищ – охладителей и гидротехнических сооружений, выбросы газов и золы с ГРЭС в атмосферу, сброс нагретых циркуляционных вод в водоемы. В результате действия внешних факторов, как правило, в воде водохранилищ – охладителей повышается содержание веществ минерального и органического происхождения, отмечается наличие горизонтальной дифференциации и отсутствие вертикальной стратификации минерализации и ионного состава, смещение фазовых равновесий в экосистемах. Вышеперечисленные факторы отличают водохранилища-охладители от естественных озер и водохранилищ.

Важным этапом изучения водохранилищ вообще, а водохранилищ-охладителей в частности, является период их становления. Здесь протекают активные процессы в системах «вода – почва», «вода – донные отложения», приводящие за счет диффузии к поступлению растворенных соединений из залитого ложа в воду. Скорость распределения поступающих из почв веществ зависит от ветрового перемешивания водных масс, течений, водообмена, мелководности водоема. В этот же период происходит поступление минеральных и органических веществ за счет процессов микробиологической де-



струкции донных отложений и затопленных растений. А это, в свою очередь, влияет на формирование гидробиологического режима.

Мощность, состав и структура донных отложений, в первую очередь, обуславливают протекание таких внутриводоемных процессов, как продолжающаяся диффузия солей, седиментация, сорбция – десорбция, продукция – деструкция, окисление – восстановление, катионный обмен, обменные реакции, комплексообразование. Соотношение скоростей этой группы процессов в конечном итоге определяет процессы самоочищения и самоочищающую способность водных масс водоемов и возможность вторичного загрязнения вод. Вышеперечисленные процессы могут способствовать также проявлению и нежелательных явлений, например, биологическое обрастание и накипеобразование в конденсаторных трубках турбогенераторов ГРЭС. Протекание различных гидрохимических, гидробиологических процессов должно усиливаться за счет особого термического режима водоемов-охладителей, создаваемого регулярным сбросом нагретых циркуляционных вод с ГРЭС в водоем. Автором разработана схема основных, наиболее изученных факторов и процессов, определяющих направленность внутриводоемных процессов в водохранилищах-охладителях (на примере водохранилищ – охладителей Экибастузских ГРЭС) [8]. Преобладание того или иного процесса определяется морфометрией водоема, характером его питания, водообменом, физико-химическим составом почв и донных отложений залитого ложа и водосборной площади, дополнительным подогревом воды, биологической продуктивностью. Кроме того, режим различных химических соединений зависит от разных факторов: поверхностный сток и продукционно – деструкционные процессы – для биологических и органических веществ; почвы и донные отложения – для металлов и т.п. Антропогенный фактор оказывает влияние на протекание практически всех процессов в водоемах.

Обычно при исследовании естественных водоемов авторы дают качественную характеристику химического состава вод, но остается не изученной в достаточной мере трансформация их химического состава, гидрохимический режим и качество вод и их изменений под влиянием антропогенных факторов. В настоящее время накоплен достаточно большой объем весьма разнородного материала, характеризующего условия и факторы формирования химического состава озерных вод гумидных областей. В то же время исследование гидрохимии озер и водохранилищ аридных зон едва достигли стадии формирования основных эмпирических закономерностей, а водохра-

нилища-охладители Казахстана практически не изучены. Это обусловлено отсутствием единого методологического подхода к решению данной проблемы, частным, либо узко-практическим характером решаемых задач в каждом отдельном случае, а также недостаточно четкими представлениями о механизмах и процессах, приводящих к метаморфизации химического состава вод, солеобразованию и соленакоплению (в частности, карбонатообразованию и карбонатонакоплению), сорбции-десорбции металлов и неметаллов, самоочищению и загрязнению природных вод и другие процессы.

Много нерешенных вопросов в протекании процессов, регулирующих потоки веществ в системах «вода – донные отложения», «вода – глина», «вода – соль». По-прежнему остаются неясными вопросы, касающиеся динамики химического состава воды континентальных озер при контакте с донными отложениями, содержащими в своем составе соли, оксиды и гидроксиды. Такое исследование представляет большую трудность, поскольку оно сводится к изучению гетерогенных систем, как в естественных, так и модельных условиях, в которых протекают физические, химические и биологические процессы с разной скоростью и направленностью.

Дискуссионными до сих пор остаются вопросы оценки загрязненности токсическими веществами природных вод вообще и объектов водосборных бассейнов, в частности (атмосферные осадки, донные отложения, почвы, притоки, подземные и грунтовые воды).

На стадии разработок ведутся исследования по выявлению и устранению нежелательных процессов, приводящих к накипеобразованию и биологическому обрастанию в системах охлаждения агрегатов ГРЭС, использующих воду аридных водоемов.

Отсутствие исследований, в которых бы процессы, обуславливающие формирование гидрохимического режима и качества воды континентальных и искусственных водоемов аридных зон под влиянием антропогенных факторов, рассматривались как единое целое, в их взаимосвязи, выявлении особенностей и зависимости от параметров окружающей среды, препятствует получению целостного представления о гидрохимии водоемов. Это вызывает потребность в систематизации фактического материала и определяет характер современного гидрохимического исследования.

Для решения вышеприведенных задач нами в качестве объектов были выбраны: оз. Балхаш – типичный континентальный бессточный водоем, искусственно созданные действующие водохранилища-охладители Экибастузских ГРЭС-1, 2 с каналом подпитки (КЕК) и водохранилище-

охладитель проектируемой ЮК ГРЭС на западном берегу оз. Балхаш [9, 10]. Всего за период исследования проведено 133 комплексных экспедиции, отобрано и проанализировано около 4000 проб воды, почвы, донных отложений, атмосферных осадков, грунтовых вод, ледового покрова и растений. За время лабораторных исследований выполнен анализ около 1000 проб жидких и твердых фаз.

Одновременно с главными солеобразующими ионами в воде названных водоемов изучена динамика и режим биогенных элементов ( $N$ ,  $P$ ,  $Fe$ ,  $Si$ ) и органических веществ. Большинство из них являются элементами питания водной и наземной растительности, зообентоса; некоторые ( $Fe$ ) активно участвуют в окислительно-восстановительных и др. процессах. Кремний улучшает усвоение растениями и зообентосом труднодоступного фосфора в илах, донных отложениях и почвах. Биогенные элементы взаимосвязаны между собой, а их содержание в значительной степени определяется жизнедеятельностью водных организмов, фитопланктона и растений, для развития которых в аридных водоемах создаются благоприятные условия в отдельные сезоны года.

Из числа многочисленных микроэлементов изучено пространственно-временное распределение бора, фтора, брома, йода, меди, цинка, марганца и других тяжелых металлов в воде водоемов. Их выбор обусловлен не только тем, что они в определенных концентрациях оказывают важное экологическое и физиологическое воздействие на человека, животных и растений, участвуют во многих гидрохимических и биологических процессах, но их содержание необходимо учитывать при оценке качества вод для различных нужд народного хозяйства.

Особое внимание было обращено на процессы карбонатообразования, протекающие в естественных условиях и при изотермическом испарении и охлаждении вод. Способность воды растворять или выделять в осадок карбонат кальция зависит от степени насыщенности им воды. Если вода не насыщена карбонатом кальция, то она может растворять карбонатосодержащие вещества. Если вода пересыщена этой солью, то при определенных условиях она может выделяться в осадок.

Постановка и необходимость исследований таких процессов при изучении гидрохимического режима водохранилищ-охладителей очевидны. Прежде всего, данные расчета насыщенности воды карбонатом кальция нужны при составлении солевого баланса водохранилищ, так как воз-

можное его химическое выпадение в осадок является одним из компонентов расходной части уравнения баланса.

Состояние карбонатно-кальциевого равновесия определяет также особенности воздействия воды на строительные сооружения из бетона, то есть дает возможность оценить агрессивные свойства воды. Однако первостепенный интерес представляют данные по карбонатной системе при решении вопросов, связанных с накипеобразующим свойством воды водохранилищ – охладителей. Ответить на вопрос о насыщенности воды карбонатом кальция возможно лишь на основе изучения карбонатно-кальциевого равновесия воды.

Изучено также состояние равновесия в воде оз. Балхаш в современных условиях и сопоставлено с данными предыдущих лет. Исследовано равновесие и в воде водохранилищ-охладителей, его изменение по глубине и сезонам года. Для этого на водохранилищах-охладителях ЭГРЭС выбраны две вертикали, одна из которых находится в центральной части водохранилища, а другая у водозабора. Параллельно исследовалось состояние карбонатно-кальциевого равновесия и агрессивные свойства воды канала подпитки.

Поскольку процессы самоочищения природных вод Казахстана изучены недостаточно, а данных о роли сорбции – десорбции металлов и неметаллов в оз. Балхаш и водохранилищах-охладителях в самоочищающей способности вообще нет, нами проведены специальные исследования этой важной проблемы.

Вышеприведенный подход теоретического и практического плана к комплексному исследованию гидрохимии и гидроэкологии бессточных водоемов естественного и искусственного происхождения позволил не только установить основные закономерности антропогенной трансформации режима и качества вод, но и впервые подойти к количественной оценке ряда закономерностей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абремская С.И. Сравнительная гидрохимическая характеристика водоемов-охладителей ГРЭС Украины // Гидробиологический журнал. – 1969. – Т. 5, № 1. – С. 38-43.
2. Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). – Алматы: НИЦ «Бастау», 1998. – 191 с.

3. Беремжанов Б.А. Солеобразование в некоторых континентальных бассейнах Казахстана. – Алма-Ата: Казахстан, 1968. – 162 с.
4. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима Днепра и его водохранилищ и методы его прогнозирования. – Киев: Изд-во «Наукова Думка», 1979. – 290 с.
5. Зенин А.А. Изменение химического состава воды равнинных рек европейской части СССР в результате их зарегулирования // Гидрохимические материалы. – Л., 1967. – Т.45. – С. 21-34.
6. Майстренко Ю.Г., Денисова А.И., Багнюк В.М. Древесная, луговая и высшая водная растительность как источник поступления биогенных и органических веществ в существующие и проектируемые водохранилища // Матер. совещания по прогнозу содержания биог. элементов и орг. веществ в водохранилищах. – Рыбинск, 1969. – С. 69-77.
7. Нахшина Е.П., Денисова А.И., Тимченко В.М., и др. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. – Киев: Изд-во «Наукова Думка», 1989. – 216 с.
8. Романова С.М. Антропогенная трансформация гидрохимического режима и качества вод бессточных водоемов Казахстана: дисс....доктор. геогр. наук. – Алматы: СВ-ПРИНТ, 2007. – 40 с.
9. Романова С.М., Казангапова Н.Б. Озеро Балхаш – уникальная гидроэкологическая система. – Алматы: ДООИВА Братство, 2003. – 175 с.
10. Романова С.М., Таранина Г.В. Гидрохимия и физикохимия водохранилищ-охладителей Казахстана (учебное пособие). – Алматы: Изд-во «Казахский университет», 2007. – 242 с.
11. Тарасов М.Н., Павелко И.М. Гидрохимический режим и солевой баланс Отказненского водохранилища // Гидрохимические материалы. – Л., 1969. – Т.49. – С. 48-54.
12. Турсунов А.А. и др. Экологические проблемы бессточных водных бассейнов Центральной Азии. – Кызылорда: Ғылым, 1997. – 320 с.

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

## **СУАРЫЛАТЫН АЙМАҚТЫҢ ТАБИҒИ СУЛАРЫНЫҢ ӨЗДІГІНЕН ТАЗАРУЫ ЖӘНЕ ТАЗАРУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІ**

Геогр. ғылымд. докторы    С.М. Романова

*Қазақстанның ағынды суларының және су қоймаларының суларының өздігінен тазаруы және тазару қабілеттілігі туралы автор әдеби шолу жұмыстарын жасаған және бірнеше жылғы жүйелі зерттеулер нәтижелері берілген.*

УДК 528

**ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЭКОЛОГО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Канд. геогр. наук Р.Ю. Токмагамбетова

*В статье рассмотрены принципы и методы картографирования эколого-демографических процессов. Проанализированы типы эколого-демографических карт. Даны научно-методические разработки по созданию карт эколого-демографического содержания. Описана методика составления карты эколого-демографического районирования Республики Казахстан.*

Карта была и остается наиболее эффективным способом отражения любых явлений, характеристики которых изменяются в пространстве. До недавнего времени в тематическом картографировании было принято выделять два крупных раздела – это создание карт природных (физико-географических) и общественных (социально-экономических) явлений, каждый из которых имеет внутреннюю структуру. С необходимостью отражения антропогенного воздействия на окружающую среду связано появление нового типа карт, отображающих взаимодействие природных и социально-экономических процессов, которые к настоящему времени оформились как самостоятельный раздел тематического картографирования – экологическое.

Экологическое картографирование – наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии среды обитания человека и других его видов, т.е. об экологической обстановке. Целью экологического картографирования является выявление пространственно-временной изменчивости факторов природной среды, воздействующих на здоровье человека и состояние экосистем [16].

Эколого-географическое картографирование в широком смысле характеризует способ и средство отражения закономерностей развития того или иного географического объекта, процесса или явления в зависимости от особенностей окружающей среды. Эколого-географическое картографирование является системным по содержанию независимо от полноты анализируемой структуры природно-хозяйственного комплекса. Это, по мнению В.Б. Сочавы [15], обеспечивается, прежде всего, смещением

исследовательских акцентов с пространственных характеристик свойств того или иного объекта на множество уровней системнообразующих отношений между объектами или объектами и средой. Данный подход представляется более перспективным и принципиально иным.

Классическая экология имеет дело с изучением влияния среды на живой организм. Человек – существо социальное и испытывает не только прямые, но и опосредованные влияния окружающей среды, что приводит к поиску новых концепций, позволяющих решать экологические проблемы. Этим положением вызвано появление таких областей знания, как социальная экология (социоэкология), социально-экономическая экология, глобальная экология, экология человека (антропоэкология), промышленная экология, урбоэкология, демоэкология, геоэкология.

Эколого-демографическое картографирование на первых этапах применения понимается в широком и узком смысле. По сложившимся традициям комплексного тематического картографирования любое описание процесса или явления через карту является укрупненным или модельно упрощенным. Содержание карты определяется не жестко связанной схемой обобщения, из которой следует ее эколого-демографическое назначение, а соображениями и интуицией самого исследователя.

Сложность построения карт эколого-демографического содержания состоит в нахождении обоснованной совокупности системы функций, выбираемой из множества реальных экологических и демографических связей. Логически возможны три основных варианта взаимного комбинирования соотношения объект – среда:

- совмещение, при котором должно быть изучено и выявлено индикационное значение исходной первичной карты как экологической. В практике преобладает дедуктивный метод совмещения выбранных для показа характеристик, исходящий из некоторых твердо установленных закономерностей или представляющихся правдоподобными гипотез. В ряде случаев такие карты необходимы как этап исследования, устанавливающий первые критерии зависимости того или иного объекта (например, присутствия или процветания организма) от выбранного комплекса экологических факторов;

- детерминирование характеристики воздействия экологических факторов по показателям жизнедеятельности того или иного биологического объекта (в экологии ему соответствует понятие функции отклика). Анализ теорий подобных зависимостей и их количественного обозначения

содержится во многих обобщающих сводках по экологии, однако примеры картографирования отсутствуют или решаются на уровне первого варианта анализа, т.е. совмещения;

– многокритериальность характеристики некоего экологического пространства при заданной комбинации экологических факторов (реализуется через функции благополучия, экологического отклика, концепцию экологической ниши и т.д.), включая три основных компонента анализа: анализируемое пространство (границы системы), подсистемы (компоненты), считающиеся важными для общего функционирования, рассматриваемый временной интервал.

В целом картографирование внешних связей через географические факторы в методическом отношении достаточно разработано. Вместе с тем число критериев, которые следует вводить, остается весьма неопределенным. В настоящее время нет полной согласованности в методике и принципах составления эколого-демографических карт. Большинство из них интерпретационные. Система показателей на таких картах не унифицирована. Следовательно, класс эколого-демографических карт должен ограничиваться вариантной оценкой главных эколого-демографических соотношений: выявлять реальные социально-экономические цели, которые ставятся на определенные календарные периоды (целевое назначение карты); отбирать направления эколого-демографических взаимоотношений по необходимости представления, реальной изученности и конкретизации относительной эффективности в разрешении демографических и экологических проблем (содержание самой карты); обеспечивать познавательный эффект и процесс дальнейшего использования такой карты для упреждающей и последовательно уточняемой оценки результатов возможных воздействий на население природной среды. Совместимость глубины разработки и дальнейшей согласованности содержания с целевым назначением карты заключается в единстве всех форм процедуры принимаемых решений по возникшей проблеме.

Альтернативный подход, основанный на концепции многокритериальности отдельных эколого-демографических карт, ведет к их неопределенности как на методическом и нормативном уровне используемой информации, так и в единстве концептуальной их формы в виде классификаций, комплексирования и т.д. Такой подход является недостаточно эффективным.

Главная задача эколого-демографических исследований заключается в разработке соответствующих разделов программ и проектов, учитыва-



ющих требования территориального планирования при типизации различных систем расселения. Следует подчеркнуть важность решения очень трудоемкой задачи – создания нормативно-информационной базы обобщения эколого-демографических данных для их картографирования. Принцип таких укрупненных по содержанию карт в сравнении с ныне существующими отраслевыми или комбинированными пока недостаточно обоснован. Следовательно, прежде всего, нужна достаточно разработанная, научно обоснованная концепция формирования содержания направления.

Картографический метод при решении комплексных задач используется в разных разделах научных знаний, в том числе и таких, где возможности картографирования определились недавно. Поэтому необходима разработка научно-методического руководства по созданию специальной и достаточно сложной картографической системы собственно эколого-демографического содержания. На современном этапе целесообразно выделять три основных типа таких карт: по цели и характеру использования; по содержанию решаемых задач и способу учета информации; по уровню агрегирования. Необходимо продолжать исследования методов и приемов, регламентирующих способы и процедуры обработки информации при таком картографировании.

Разработка эколого-демографического и собственного демографического направления в картографии связана с изучением особенностей демографических процессов и влияния природной среды на население. Эколого-демографическое картографирование – это в значительной степени специализированное географическое картографирование. Для дальнейшей разработки его принципов и методов необходимо точное представление о практических потребностях в картографических документах. Тесная связь демографических явлений и процессов с экологией должна найти более развернутое отражение на картах их пространственной взаимосвязи и взаимодействия, составляемых с применением математических методов (корреляционного и факторного анализа) и использованием компьютерных технологий.

Развитие данного направления вызвано острой потребностью общества в адекватной оценке экологического и социально-экономического состояния изучаемых регионов. Основная задача его заключается в том, чтобы обеспечить информацией современную концепцию взаимодействия природы и общества, его устойчивое развитие.

В настоящее время в экологическом картографировании можно выделить три крупных направления: геоцентрическое, антропо-, или демоцентрическое, и биоцентрическое, каждое из которых отображает особенности и последствия взаимодействия. *Антропоцентрическое* направление экологического картографирования, центральным субъектом которого является человек (общество), затрагивает широкий круг вопросов. Это направление географии занимается пространственным изучением и оценкой качества окружающей среды, и возможного его влияния на здоровье и хозяйственную деятельность. В рамках этого направления должны создаваться карты, обеспечивающие проведение научно обоснованной территориальной экологической политики, разумеется, с антропоцентрических позиций на основе синтеза природоохранных рекомендаций, разработанных всеми тремя направлениями экологического картографирования. Внутри каждого из направлений экологического картографирования карты подразделяются по назначению и временной частоте на базовые, оперативные и карты экспресс-информации; категориям пользователей на научно-поисковые и производственные; по полноте охвата связей и отношений в системах общество – природа на отраслевые и комплексные; согласно задачам картографирования создаются инвентаризационные, оценочные, оценочно-прогнозные и рекомендательные; по масштабам – крупно-, средне- и мелкомасштабные.

В связи с этим, задача разработки методик комплексного экологического и эколого-демографического картографирования становится особенно актуальной. Достоинство комплексных карт заключается в том, что они отображают несколько взаимосвязанных объектов, каждый из которых несет свою информационную нагрузку.

Опираясь на предложенную классификацию, можно оценивать и комплексно картографировать, во-первых, влияние человека на природу и происходящие в ней изменения, а во-вторых, влияние изменений природы на человека и его последствия. Карты экологической среды человека можно назвать эколого-демографическими. Опыт создания их еще невелик, но определились некоторые тенденции. Одна из них отражает картографирование острых экологических ситуаций, связанных с хозяйственной деятельностью человека и оказывающих, прямым или косвенным образом, влияние на здоровье населения [5]. Другая тенденция, ведущая начало еще с 60-х годов, – разработка карт оценки природных условий жизни населения, предложена Лопатиной Е.Б. и Назаревским О.Р. [7]. Методика созда-

ния перечисленных карт основана на механическом наложении различных показателей (биоклиматических, медико-географических и др.) с последующей суммарной балльной оценкой, представляется несостоятельной. Известен опыт разработки карт более узкого (антропоэкологического) содержания, на которых оценка среды передается только через состояние здоровья человека, разработанные Л.И. Саравайской, А.Г. Волковым, В.П. Айриян [14]. Примером разработки медико-географических карт является «Атлас Забайкалья», с разделом «Медико-географическая оценка территории». Заслуживает внимания синтетическая карта «Медико-географическое районирование» масштаба 1:5000000, на которой выделены типы и подтипы территории по сочетаниям предпосылок болезней человека в связи с природными условиями [1].

Карта, как пространственная модель явлений и процессов реального мира, обладает особым специфическим набором свойств и признаков, и адекватно заменить ее не может никакая другая модель. В то же время, картографический метод исследования позволяет проникать в сущность явлений, изучать их структуру и пространственную динамику. Обратим внимание только на важнейшие свойства картографических моделей, наиболее существенные при изучении экологических ситуаций. Прежде всего, карта – математически точная образно-знаковая модель действительности. Строгая математическая основа и масштаб позволяют производить измерения явлений, передаваемых на карте, и следовательно, получать их характеристики в количественном выражении, благодаря чему такие карты могут служить основой для создания других моделей, в том числе математических.

Другие существенные свойства картографической модели – абстрактность, избирательность и синтетичность. Абстрактность проявляется на карте в виде генерализации, т.е. упрощения и обобщения, и ставит целью отвлечение от целого для исследования части (например, исследование по карте структуры природных очагов болезни или отдельных объектов, отдельных процессов, изучение эталонных территорий). Упрощение состоит в возможности отказа от многих характеристик и связей и в сохранении некоторых, наиболее существенных.

Обобщение заключается в выделении общих признаков, свойств и отношений и устранении частных, единичных (например, типизация очаговых территорий). Эти приемы способствуют более глубокому пониманию объекта исследования, а также хорошо отвечают требованию применения системного подхода.

Карте свойственна избирательность, т.е. способность представлять в наглядной форме те факторы, явления и процессы, которые в действительности всегда проявляются совместно. Например, по коэффициентам корреляции между отдельными факторами среды и показателями заболеваемости можно представить значения (вес) факторов в распространении явления. В то же время карта может быть синтетической, что дает возможность передавать целостное изображение явлений и процессов, которые в реальных условиях действуют обособленно. Благодаря использованию в картографии особой знаковой системы (условных знаков) карта дает возможность представлять явления, зрительно в природе не прослеживаемые (распространение эпидемий во времени, напряженность очагов болезней человека).

Картографическая модель выполняет три важные функции: коммуникативную, оперативную и познавательную. *Коммуникативная функция* заключается в том, что карта является одной из лучших форм хранения и распространения информации о пространстве, т.е. знаний о размещении явлений и предметов в пространстве, об их состоянии и пространственных связях, их пространственной динамике. По наглядности, объективности и лаконизму карты являются документами, связанными со сбором, фиксацией, анализом, обобщением и передачей информации. Как источник информации, карты обладают большой емкостью. Однако информативная роль картографии не ограничивается накоплением информации в форме карт. Картографирование как метод исследования выступает и как источник получения нового знания. В этом случае карта рассматривается как модель определенной части действительности, с помощью которой мы можем производить логические и математические операции для получения новой информации, которая не была включена непосредственно в карту. В частности, математический аппарат теории информации позволяет находить по картам меру соответствия между различными явлениями, что было использовано в исследованиях по экологической географии болезней человека [11].

*Оперативная функция* позволяет непосредственно по картам или с их помощью решать практические задачи, связанные с научной организацией территории. Например, в санитарно-эпидемиологической службе планирование сроков проведения профилактических мероприятий на разных территориях проводится на основе анализа эпидемиологической ситуации с применением картографического анализа.

*Познавательная функция* заключается в возможности использования карт и картографического метода для пространственного исследования

различных явлений природы и общества. Развитие познавательной функции привело к широкому использованию картографирования как научного метода познания. К.А. Салищев [12] предложил назвать его картографическим методом исследования, понимая под этим использование карт для описания, анализа и познания явлений, т.е. получения о них новых знаний, установления пространственных взаимосвязей и прогноза явлений, изучения движения и развития их в природе и обществе. Существо метода заключается в изучении объектов, явлений и процессов реального мира, нанесении их на карту (составление тематических карт), а также в истолковании, чтении и комментировании тематических карт. Картографический метод исследования – это совокупность приемов и операций, направленных, с одной стороны на построение картографических моделей, а с другой – использование этих моделей, анализ и их интерпретация. Возможности приобретения новых знаний в результате анализа карт возрастают при использовании специальных приемов и процедур анализа явлений по картографическим изображениям, разработанным в картографии [3].

В настоящее время картографическому методу исследования принадлежит одно из ведущих мест медико-географического анализа территориальных антропоэкосистем (ТАЭС). Он применяется на всех этапах исследования: в период сбора материала, на этапе анализа, оценки, интерпретации до интеграции, т. е. представления результатов медико-географической оценки в обобщенном виде – в форме комплексного медико-географического или частного экологического районирования. Как показал опыт, накопленный в медицинской географии по оценке ТАЭС, с помощью картографических методов решаются следующие задачи.

1. Пространственно-сравнительный анализ территории по географическим и медико-биологическим критериям. Сюда входят задачи сбора информации об окружающей среде, ознакомление с территорией, пространственное исследование процессов. При решении задачи используется начальная форма картографического метода познания действительности, заключающегося в создании первичных карт как пространственных моделей материального мира. Создание картографических моделей осуществляется в процессе полевых экспедиционных исследований или в камеральных условиях на основе экспериментальных или литературных данных с фиксацией конкретных фактов их пространственного положения на карте. Знания о конкретных территориях на карте приобретают реальное существование, а карты закрепляют эти знания. В дальнейшем получение информации о тер-

риториях оказывается возможным без ее непосредственного посещения. К тому же анализ и осмысливание большого количества сведений, относящихся к различным участкам земной поверхности, невозможны без карт. Разрозненные факты, расположенные на карте в упорядоченном и наглядном виде, позволяют увидеть закономерности пространственного размещения любых явлений, будь то распределение очагов болезней, размещение учреждений здравоохранения, ареалы переносчиков болезней.

2. Изучение структуры ареалов болезней человека; выявление, анализ и оценка нормальной и аномальной составляющей в развитии и размещении явлений, например карты интенсивности очагов болезней и т. п. Решение базируется на второй форме картографического метода познания, заключающегося в камеральном составлении производных карт, т. е. переработке и совершенствовании первичных картографических моделей. Эти карты создаются в результате анализа и синтеза аналитических карт. При этом обычно выполняются следующие процессы: генерализация содержания (часто заимствованного из многих карт), изменение масштабов, трансформация картографических изображений (изменение способов изображения явлений, условных знаков). Такие карты передают уже качественно иные образы реального мира, открывающие его новые особенности или свойства, которые нельзя или трудно обнаружить на исходных картах. Системное изучение природной среды предполагает использование синтетических карт в большей мере, чем аналитических.

3. Решение ряда задач основывается на использовании оперативной функции, которую выполняют картографические модели. Так, картографический метод используется при исследованиях территориальной организации системы здравоохранения (А.П. Айриян, А.М. Сачков, С.М. Журавлев, И.И. Барткова). Имеется немало примеров привлечения карт для планирования мероприятий по оздоровлению территорий (С.С. Панфилова, А.Я. Лысенко, Ж.А. Полевая, В.А. Ягодинский и др.). С помощью карт решаются задачи по расчетам экономических затрат на проведение оздоровительных и профилактических мероприятий [17].

4. Разнообразные задачи оценки эколого-демографических систем решаются при составлении оценочных и прогнозных карт качества окружающей среды по медико-биологическим критериям.

Это задачи установления и измерения связи между факторами среды и здоровьем, выявление факторов риска, разработки гипотез о факторах различных заболеваний, изучения взаимодействий между составными

частями системы и здоровьем, задачи построения классификаций, районирования и прогнозирования. При решении этих задач используется третья форма картографического метода сопряженного анализа серии тематических карт для нужд научного описания, анализа действительности. Процесс исследования явлений реального мира включает промежуточное звено – географическую карту как модель изучаемых явлений. Примером может служить использование метода сопряженного анализа серии тематических карт, представленных в Национальном Атласе Республики Казахстан [8,9]. Одним из важнейших приемов при изучении и оценке качества среды и классификации территорий по признакам одинакового воздействия на здоровье человека, его жизнеспособность.

Решение этой группы задач требует создания оценочных синтетических карт. Такие карты служат для отражения совокупных свойств отдельных природных комплексов или социально-экономических явлений и их комплексов. Карты должны быть легко обозримыми, отражающими основные процессы, действующие в системах, в наиболее генерализованном виде на основе сопоставимых показателей.

Как показывает анализ имеющихся эколого-демографических моделей, при разработке синтетических карт всегда возникает проблема синтеза исходных показателей, характеризующих весь комплекс с учетом взаимозависимости и веса каждого показателя. Картографическое отображение одного показателя, изменяющегося в пространстве, не вызывает трудностей. С ростом числа показателей, выбираемых для синтетической характеристики явлений, картографирование значительно усложняется. Взаимоналожение большого числа показателей быстро приводит к снижению наглядности карты. Поэтому становится важным свести к минимуму число параметров, характеризующих сложное явление, отбрасывая часть незначимых или заменяя параметры меньшим числом каких-либо функций от них при сохранении максимума информации. Путь решения этого вопроса лежит в соединении картографической и математической моделей. Дальнейший прогресс познавательных функций картографирования во многом будет зависеть от разработки и совершенствования картографического метода, его теории, принципов, приемов анализа и технических средств отображения, а также использования его в сочетании с другими методами, в частности математическим моделированием и дистанционными (аэрокосмическими) съемками.

Большое внимание при составлении эколого-демографических и демографических карт уделяется способам отображения объектов и явлений. В основу их разработки следует, по мнению Шошина А.А. [18], положить принципы построения условных знаков общегеографических и специальных карт. Основные способы отображения на картах тех или других объектов или явлений следующие: значковый способ, способы ареалов, цветового фона, линии движения, изолиний, точек, картограмма и картодиаграмма.

*Значковый способ* может применяться на эколого-демографических картах для показа размещения отдельных явлений и объектов. *Способ ареалов* заключается в простом оконтуривании или закрашке на карте тех участков, где распространено изображаемое явление. *Способ цветового фона* употребляется для характеристики картографируемой территории в качественном отношении, причем вся она делится на части, закрашиваемые краской разного цвета и различной интенсивности (плотность населения, заболеваемость населения и т.д.). Перемещение, миграция наглядно изображается на карте методом *линий движения*, представляющих собой полосы или стрелки разного направления, цвета и формы. *Изолинии* употребляются для сплошной характеристики территории в количественном отношении. Точечный способ состоит в обозначении на карте распространения изучаемого явления путем расстановки в соответствующих ее местах точек, каждая из которых означает одинаковое количество. Два статистических способа – картодиаграмма и картограмма – отражают распределение картографируемого явления по участкам какого-либо территориального деления, причем на картодиаграмме количественные показатели явлений даются с помощью диаграмм, а на картограмме – путем разной закрашки этих участков территории.

Эта система классификации способов отображения на картах изучаемых объектов и явлений принята в картографии и может быть широко использована для разработки и составления эколого-демографических карт. В основу разработки методики составления эколого-демографических карт должны быть положены принципы современной картографии. С этой целью нами использованы положения современной картографии, изложенные в ряде учебных руководств и научных трудов [2, 4, 6, 10, 13]. Автором предложена методика составления эколого-демографической карты. Эколого-демографические карты создаются камеральным способом. При камеральном составлении на общегеографическую основу наносятся специальные элементы будущей эколого-



демографической карты (основные виды ландшафтов, месторождения природных ископаемых, загрязнение атмосферного воздуха, воды, почв, плотность населения, рождаемость, смертность, естественный прирост, миграционные процессы, заболеваемость населения различными видами болезней и др.). Фактические данные, характеризующие эти элементы, в частности их количественные показатели, должны добываться из различных источников. Составление эколого-демографических карт осуществляется только при наличии соответствующих исходных фактических материалов. При этом должны широко использоваться различные картографические и статистические материалы. Под картографическими материалами понимаются общегеографические, экономические и специальные карты всех масштабов. При этом может быть использован метод последовательной генерализации карт, например, из большого числа населенных пунктов отбирают на составляемую карту лишь более крупные или представляющие интерес в эколого-демографическом отношении. Для составления эколого-демографической карты необходимо, чтобы все статистические показатели были даны в географическом аспекте, т.е. применительно к отдельным пунктам или к какой-либо части картографируемой территории (административным областям, районам, сельским округам и т.д.). Статистические материалы должны быть полными и однородными для всей для всей картографируемой территории.

Работа по составлению эколого-демографической карты может быть разделена на следующие этапы: составление программы карты; сбор, изучение и обработка материалов; разработка легенды; составление авторского оригинала карты; редактирование карты. Содержание эколого-демографической карты должно быть определено в программе. Необходимо предусмотреть все элементы содержания будущей карты, установить все объекты картографирования и те показатели, которыми они будут охарактеризованы на карте. В соответствии с содержанием карты и намеченными способами отображения изучаемых объектов производится сбор статистических и картографических материалов. Все собранные материалы затем должны быть специально отобраны для использования их при составлении карты. Например, абсолютные цифры переводятся в относительные и т.д. К этому моменту надо иметь уже окончательную легенду. Главные достоинства легенды – точность, краткость, простота и порядок. На авторском оригинале необходимо точно нанести все содержание карты принятыми условными знаками с соответствующей раскраской. Редакти-

рование авторского оригинала направлено главным образом на проверку самих материалов, по которым он составлен.

По описанной выше методике автором составлена «Карта эколого-демографического районирования Республики Казахстан» масштаба 1:5000000, на которой по степени депрессивности выделены районы с элементами, характеризующими эколого-демографическое состояние каждого района. При создании карты использованы методы цветового фона и картограмм для отображения степени депрессивности и значковый метод для изображения показателей эколого-демографической ситуации.

В развитии атласного картографирования устанавливается традиция помещать карты, посвященные характеристике населения и расселения: карты плотности сельского населения и плотности городских поселений, карты, показывающие особенности пространственного перемещения населения (миграционных потоков), карты, отражающие естественное движение населения, среднюю продолжительность жизни населения и другие. Наглядным примером является «Национальный Атлас Республики Казахстан», в котором целые разделы посвящены демографии и проблемам экологии человека [8, 9].

Показателен анализ связи расселения с ландшафтами. В литературе эта проблема затронута крайне слабо. Наибольшее внимание привлекли к себе изменения плотности населения. Присущая указанным работам ограниченность преодолевается при картографировании населения (и социально-экономических явлений вообще) на ландшафтной основе, т.е. по ландшафтными территориальными единицами. Этот метод дает возможность выявить и наглядно отобразить многообразные зависимости между населением и хозяйством, с одной стороны, и природной средой – с другой, что имеет немаловажное интегративное значение для географии. Несмотря на исключительный динамизм демографических процессов, межзональные миграции, отток сельского населения в города и т.д., наблюдается устойчивая зависимость плотности населения – от ландшафтной дифференциации территории. При картографировании в более крупных масштабах отчетливо выявляются связи плотности населения с конкретными ландшафтами. Если построить карты плотности населения не традиционным способом, а в виде картограммы плотности населения по контурам ландшафтной карты, то в этом случае природные закономерности выступают со всей очевидностью. Подобные карты позволяют установить определенный «ландшафтный оптимум» для расселения и различную степень откло-

нения от него в широтном и долготном направлениях. В качестве примера, с учетом особенностей расселения исследуемого региона, автором составлена карта плотности населения Кызылординской области на 1999 г в масштабе 1:1000000 и рассчитана степень заселенности каждого вида ландшафта. При составлении карты использован принцип отображения явлений на ландшафтной основе с применением метода цветового фона при изображении основных видов ландшафтов и методы ареалов и картограмм при отображении плотности населения. Пунсонами разных размеров показана людность городских поселений.

Эколого-демографическое картографирование явилось средством наглядного отображения демографических процессов и их взаимодействия с окружающей средой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Забайкалья. – М., ГУГК, 1967. – 176 с.
2. Баранский Н.Н. Экономическая картография. Вып. 1. – М., 1939. – 286 с.
3. Берлянт А.М. Картографический метод исследования природных явлений. – М.: МГУ, 1971. – 251 с.
4. Исаченко А.Г. Картография и изучение взаимодействий между природой и обществом // Пути развития картографии. – М.: МГУ, 1975. – С. 45-46.
5. Кочуров Б.И. На пути к созданию экологической карты СССР // Природа. – 1989. – № 8. – С. 10-17.
6. Лиодт Г.Н. Картоведение. – М.: Учпедгиз, 1948. – 432 с.
7. Лопатина Е.Б., Назаревский О.Р. Оценка природных условий жизни населения. – М.: Наука, 1972. – 148 с.
8. Национальный Атлас Республики Казахстан. – Т.2. Социально-экономическое развитие. – Алматы, 2006. – 128 с.
9. Национальный Атлас Республики Казахстан. – Т.3. Экология и охрана окружающей среды. – Алматы, 2006. – 154 с.
10. Преображенский А.Н. Экономическая картография. – М., 1953. – 353 с.
11. Райх Е.Л. Принципы и методы медико-географического изучения территориальных антропоэкологических систем // Медико-географические исследования городских и сельских геосистем. – М.: ИГ АН СССР, 1983. – С. 6-13.
12. Салищев К.А. Проектирование и составление карт: Общая часть – М.: МГУ, 1987. – 239 с.
13. Салищев К.А. Составление и редактирование карт. – Т.1. – М.: Геодезиздат, 1947. – 192 с.

14. Саравайская Л.И. Карты в антропоэкологических исследованиях // Теория и методика географических исследований экологии человека. – М., 1974. – С. 132-135.
15. Сочава В.Б. Теоретические предпосылки картографирования среды обитания // Доклад ИГ Сибири и Дальнего Востока. – 1973. – Вып. 40. С. 3-15.
16. Стурман В.И. Экологическое картографирование. – М.: Изд-во «Аспект Пресс», 2003. – 251 с.
17. Таршис М.Г., Балова Л.А., Богомолова М.Г. и др. Опыт и перспективы использования многомерных методов и моделей в нозогеографии и экономических исследованиях по зоонозам // Медико-географическое моделирование. – М.: Моск. фил. ГО, 1983. – С. 34-42.
18. Шошин А.А. Основы медицинской географии. – М.: АН СССР, Записки ГО СССР, Т.22. Новая серия, 1962. – 147 с.

Институт географии, г. Алматы

### **ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-ДЕМОГРАФИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІ КАРТОГРАФИЯЛАУДЫҢ ҚАҒИДАЛАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ**

Геогр. ғылымд. канд. Р.Ю. Тоқмағамбетова

*Мақалада экологиялық-демографиялық процесстерді картографиялаудың қағидалары мен әдістері қаралды. Экологиялық-демографиялық карталардың типтері талданды. Экологиялық-демографиялық мазмұндағы карталар жасаудың ғылыми-әдістемелік әзірлемелері берілді. Қазақстан Республикасын экологиялық-демографиялық аудандаудың картасын жасаудың әдісі баяндалды.*

УДК 330.111.4: 502.35+631.6:55656

**ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОЛОГО-  
ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ  
АГРОТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ БОЛЬШИХ  
ТЕРРИТОРИЙ**

Доктор техн. наук	М.Ж. Бурлибаев
Доктор геогр. наук	А.А. Волчек
Канд. техн. наук	П.В. Шведовский
Канд. техн. наук	Д.Ш. Нурмаганбетов

*Рассматриваются особенности прогнозирования интенсификации влияния антропогенных факторов и процессов на ландшафтное и ценоотическое фитоценообразии природных и сельскохозяйственных территорий.*

*Приводятся прогнозные карты основных показателей возможных эколого-фитоценоотических изменений, в зависимости от направленности и интенсивности агроландшафтньх преобразований.*

*Полученные результаты показывают, что в Республике Беларусь имеются все потенциалные возможности сохранения ландшафтного и фитоценоотического разнообразия. Основой этого является поэтапное формирование экологического каркаса, обеспечивающего как оптимальное соотношение агрохозяйственных и природоохранньх функций, так и оптимальный эволюционный процесс системы «растение – окружающая среда».*

Сегодня для всей территории Беларуси характерна оптимально высокая степень антропогенной трансформации, а для Белорусского Полесья не менее высокая степень и агротрансформации ландшафтов.

Сложившаяся экологическая ситуация, формируемые рыночные отношения и новая аграрная политика в области перестройки агропромышленного комплекса обуславливают значимое возрастание антропогенных нагрузок, что настоятельно требует отыскания механизма, позволяющего оптимально регулировать экологический баланс между техногенно преобразованной и естественной средой, т. е. между гео-, экосистемами и техно-, агросистемами.

А так как в любом балансе определяющую роль играет достоверность составляющих, то очевидно первично и в этой проблеме – понима-

ние взаимосвязи и взаимозависимости эволюции, трансформации и антропогенизации геосистем и их компонент.

Любая эволюция геосистем (от природных до антропогенизированных), в соответствии с генетической структурой [2], включает в себя четыре элемента иерархического уровня – ключевые «ядра» (полюс концентрации экотехсистем, агроэкосистем и антропогенных нагрузок и полюс концентрации геосистем и экосистем), транспортные коридоры (антропогенная сеть – сельскохозяйственное производство, природопользование, население и промышленное производство), буферные зоны (компенсационно–ресурсная сеть) и территории экологической адаптации (экологическая сеть – климат, флора, фауна и ландшафт) – которые, в основном, и формируют экологический каркас (рис. 1).



*Рис. 1. Элементарная генетическая структура общих глобальных закономерностей эволюции природных, антропогенизированных и антропогенных систем.*

Исходя из законов композиции общей теории геосистем, эволюционно-экологической необходимости, принципов неполноты информации о внутренней природе составляющих компонентов и механизмах устойчивости, с учетом логических правил соразмерности, истинности и обратного соотно-

шения объемов и содержания, любую систему необходимо рассматривать как целостную социоэкологическую систему, состоящую из неорганической, биологической, технологической и социально-экологической подсистем, обеспечивающих ее стабильное развитие и длительный жизненный цикл [6, 7, 9].

Отсюда на регионально-локальных уровнях антропоэкологические каркасы не могут быть поляризованы, так как сложность и многогранность их взаимодействий может обуславливать и временное и динамическое равновесие, что и определяет необходимость формирования жесткого каркаса с оптимизацией экологического баланса при взаимодействии экологического и антропогенного (социально-экономического) каркасов.

Вместе с тем проблемы трансформации и антропогенизации ландшафтов являются составной частью проблемы управления эволюционирующими геосистемами.

Анализ накопленного к настоящему времени опыта организации и управления оптимально функционирующих региональных систем [1, 3, 9] обуславливает значимость принципов уникальности, максимального биоразнообразия, репрезентативности, взаимодополняемости, адекватности, каркасного равновесия и социально-экономической выгоды, для обеспечения сохранности продуктивности геосистем, регенерирующей способности, биоразнообразия и потенциала для выполнения в настоящем и будущем экологических, экономических и социальных функций на локальном (местном), региональном (национальном) и глобальном (мировом) уровнях. И сегодня, когда объем исследований в этой области резко уменьшился и наряду с проблемой агротрансформации ландшафтов становится более чем актуальной проблема интенсивной натурализации деградировавших ландшафтных и агромилиоративных комплексов, то исследуемая проблема приобретает важнейший научно-практический аспект.

Следует отметить, что большинство имеющихся исследований в этой области [1, 5, 8, 10] посвящено частным экологическим вопросам (динамике луго-болотной флоры и растительности осушенных болот и прилегающих к ним территорий, охране отдельных видов растений и растительных сообществ), т. е. изучению антропогенеза флоры, формирования и состояния критических ареалов, а не их прогнозам.

Так как прогнозирование эколого-фитоценологических изменений необходимо базировать на принципах теории хаоса с использованием «дерева последствий», то нами были сконструированы би- и тринomialные «дерева последствий» различных иерархических порядков.

На рис. 2 представлено триномиальное «дерево последствий» высшего (первого) порядка для растительного покрова. Как видно из рисунка, оно учитывает эволюционно-космогонический, территориально-морфологический, временной и этапный принципы. Биномиальные «деревя последствия» низших (второго, третьего и т. д.) порядков базируются на ступенях развития определенного типа растительного покрова при преобладании определенного (одного или группы) антропогенного каркаса (нагрузки). Следует отметить, что в природе, фактически, не наблюдается четкого разделения смен, явлений и процессов в динамике эколого-фитоценологических изменений, так как они тесно переплетены друг с другом. Отсюда для локального (ареального) прогнозирования эколого-фитоценологических изменений необходима классификационная система антропогенных нагрузок и геоэкологических последствий, базируемая на общих принципах функционирования геосистем и «дереве последствий». В качестве классификационных признаков могут быть использованы: направленность, механизм и геометрия места воздействия; геосистемная приуроченность, география места и масштаб воздействия; длительность, прямые первичные, косвенные и вторичные последствия воздействий и т. д. Тогда агротрансформацию ландшафтов будет определять следующий шифр антропогенной нагрузки и геоэкологических последствий: целенаправленное, с площадным воздействием, пойменной геосистемной приуроченностью, надземным и почвенным воздействием, локальное, временное периодическое с изменением синатропности, осушенности флоры, и индекса экологического разнообразия, и сложности ландшафтных структур. Бесспорно, что и рекультивация и биовосстановление техносистем и все другие виды хозяйственной деятельности имеют свой шифр антропогенной нагрузки и геоэкологических последствий. Принятая нами классификационная система антропогенных нагрузок и экологических последствий позволила разработать систему основных критериев эколого-фитоценологических изменений ландшафтных комплексов при любых видах антропогенных воздействий и самой разнообразной динамикой их проявлений (рис. 3).

Как видим для агротрансформации и биовосстановления ландшафтов основой является группа критериев связанная с гомогенизацией гидроэкологической структуры (разнообразии экотипов) и потенциалом природных ресурсов.



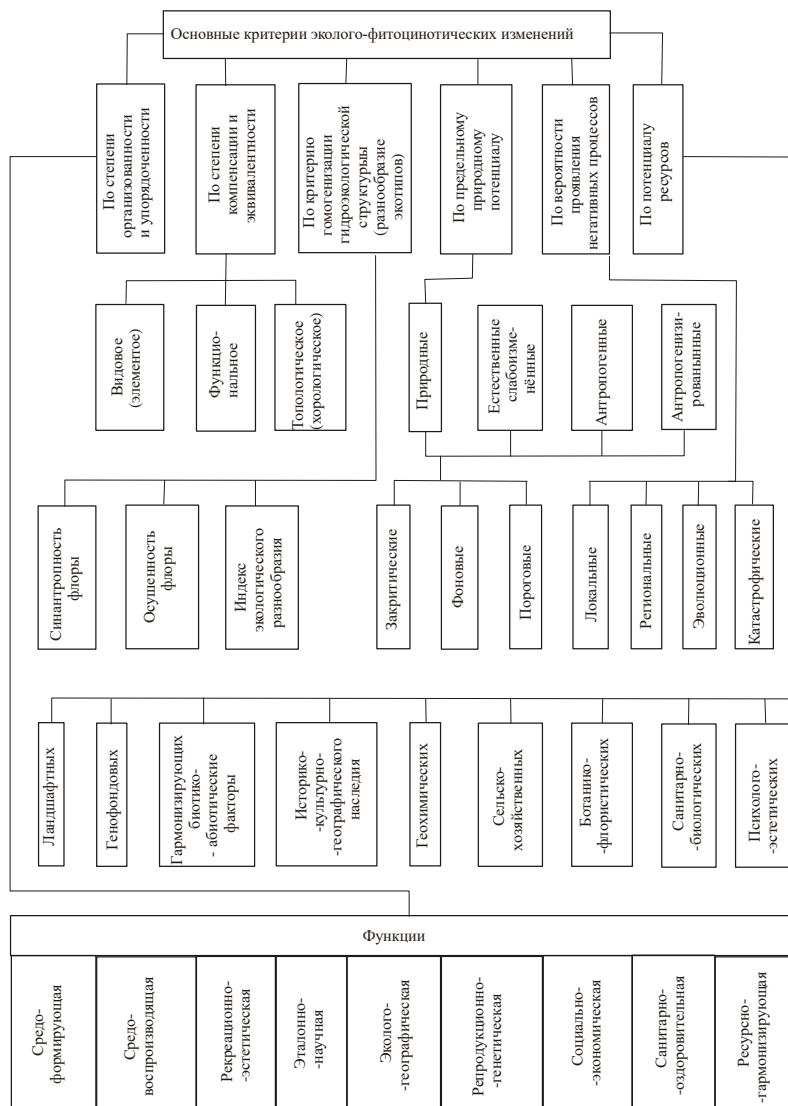


Рис. 2. «Дерево последствий» высшего (первого порядка) для растительного покрова.

Используя многочисленные опубликованные картографические и эколого-фитоценологические данные за период 1965...2005 гг., нами составлены типовые эколого-фитоценологические профили для южной (Полесской), центральной и северной частей территории республики (рис. 4).

На профилях для двух расчетных периодов (до и после активных преобразований), в зависимости от почвенно-климатических условий, приведена динамика надземной фитомассы в воздушно-сухом состоянии ( $P$ , г/м<sup>2</sup>) и гидроэкологическая структура видовой состава фитоценоза ( $H$ , %).

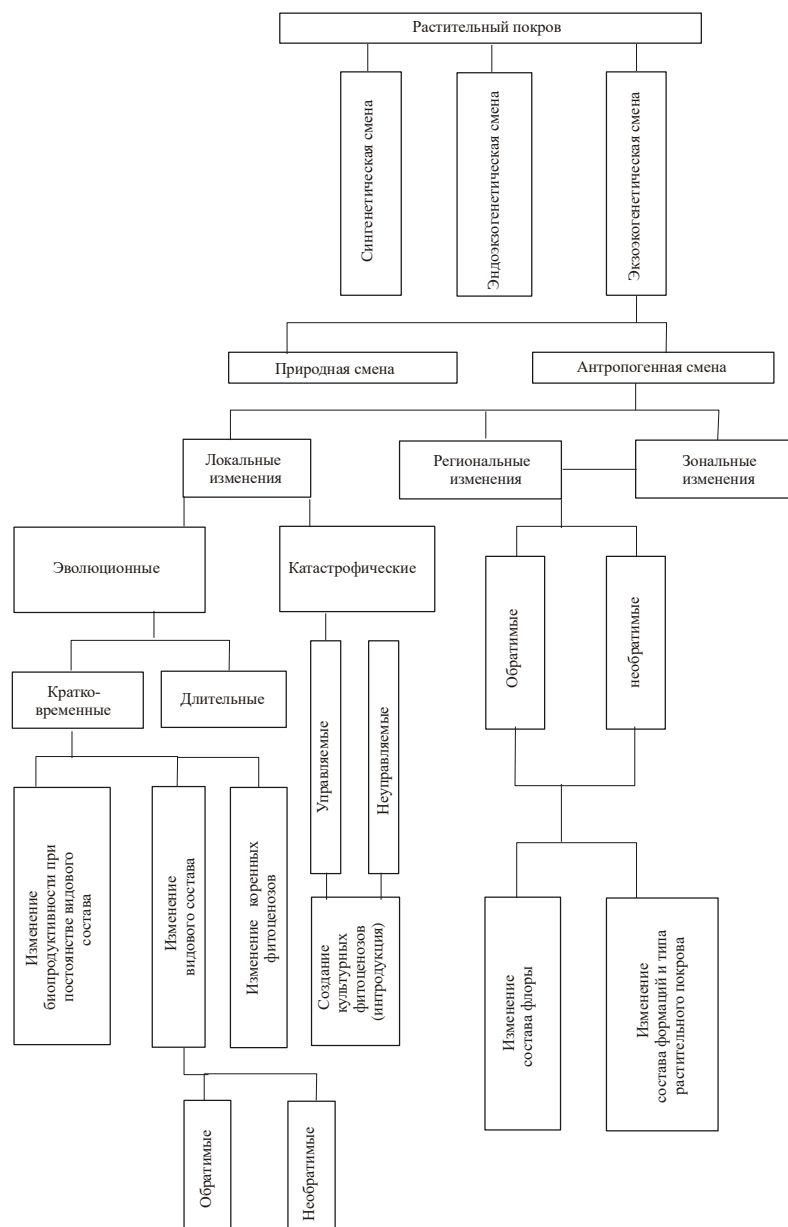


Рис. 3. Основные критерии эколого-фитоценологических изменений ландшафтных карт.

Анализ гидроэкологической структуры видового состава фитоценозов ( $H$ , %) позволяет отметить, что даже по относительно условным профилям за последние 15...20 лет, для всех регионов республики, характерны значительные антропогенные изменения растительного покрова. При этом характерно полное исчезновение 1...2 % видов растительности [6].

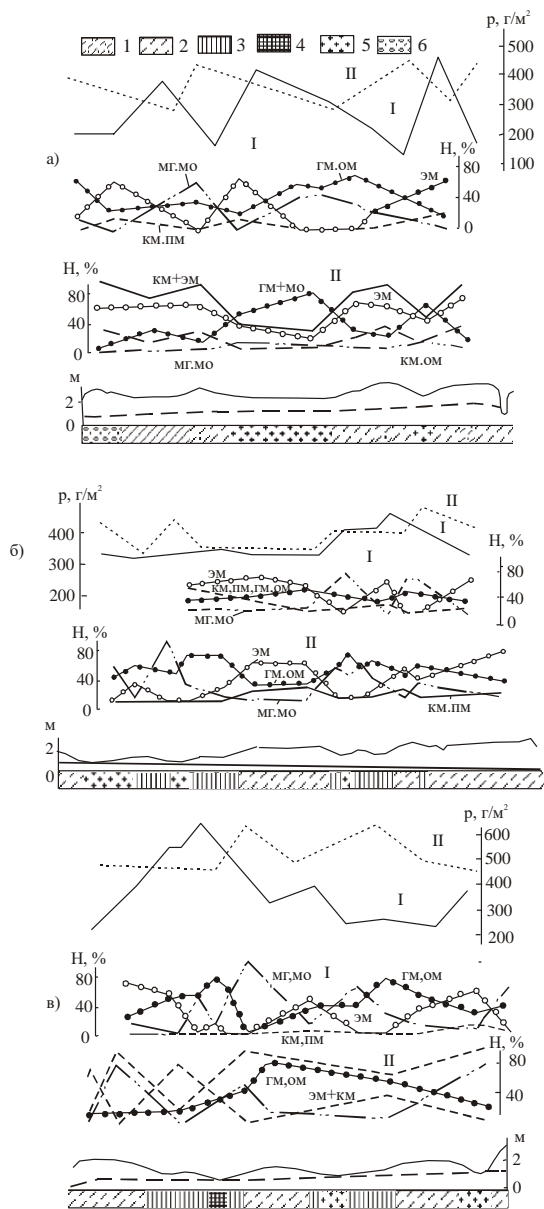


Рис. 4. Эколого-фитоценотические профили: а – для южной (полесской), б – для центральной, в – для северной части республики: I – для периода до активных преобразований территорий; II – то же, но после; H – гидроэкологическая структура видового состава фитоценоза, %; P – надземная фитомасса в воздушно-сухом состоянии, г/м<sup>2</sup>; KM, PM – психро- и ксеромезофиты; GM, OM – гидро- и ксеромезофиты; MG, MO – мезогидрофиты, мезокселофиты; ЭМ – эумезофиты; механический состав органического горизонта почвы: 1 – супесь, 2 – легкий суглинок, 3 – средний суглинок, 4 – тяжелый суглинок, 5 – торф; 6 – песок.

В качестве расчетных критериев гидроэкологической структуры для прогноза возможных ее изменений нами использована синантропность ( $S_0$ ) и ксерофитизация (осушенность) ( $D$ ) флоры и индекс экологического разнообразия ( $\Delta I$ ) [9].

Синантропность (чуждость естественному) флоры определяется по зависимости:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i \cdot w_i \cdot j_i)}{N}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество синантропных видов растений;  $N$  – общее количество видов высших растений;  $k$  – поправочный коэффициент на происхождение синантропного вида ( $k = 0,3 \dots 0,8$ );  $w$  – проективное покрытие синантропного вида, в баллах ( $1 \dots 6$ );  $j$  – жизненность синантропного вида, в баллах ( $10 \dots 30$ ).

Ксерофитизация (осушенность) флоры определяется зависимостью:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N H_i}{N}, \quad (2)$$

где  $H$  – встречаемость вида на преобразованной и естественно природной территориях, в баллах ( $1 \dots 5$ ).

Индекс экологического разнообразия определяется зависимостью:

$$\Delta I = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{\Delta S_a - \Delta S_e}, \quad (3)$$

где  $\Delta l_i$  – длина  $i$ -го экотопа, м;  $\Delta S_a$  – площадь влияния  $i$ -го экотопа, га;  $\Delta S_e$  – площадь компенсационно-ресурсного пространства, га.

Исходя из существующих классификационных схем географо-экологического, ландшафтного, мелиоративного, геолого-гидрогеологического и ботанико-флористического районирования [6], основу которых составляют типовые таксономические единицы – зона (климат, гидрографическая сеть, заболоченность и дренированность), подзона (геолого-гидрологические особенности), область (литология) и район (почвенные особенности) в качестве факторных признаков эколого-фитоценологических изменений были приняты следующие: коэффициенты увлажнения и тепло обеспеченности, годовые атмосферные осадки, испаряемость и среднее суммарное испарение с почвы, модули подземного и поверхностного стока, мощность зоны аэрации, степени заболоченности,

озёрности, залесенности, мелиоративного и сельскохозяйственного освоения, параметр экологической устойчивости, показатели почвенного плодородия, биосферной продуктивности и эколого-социальных последствий.

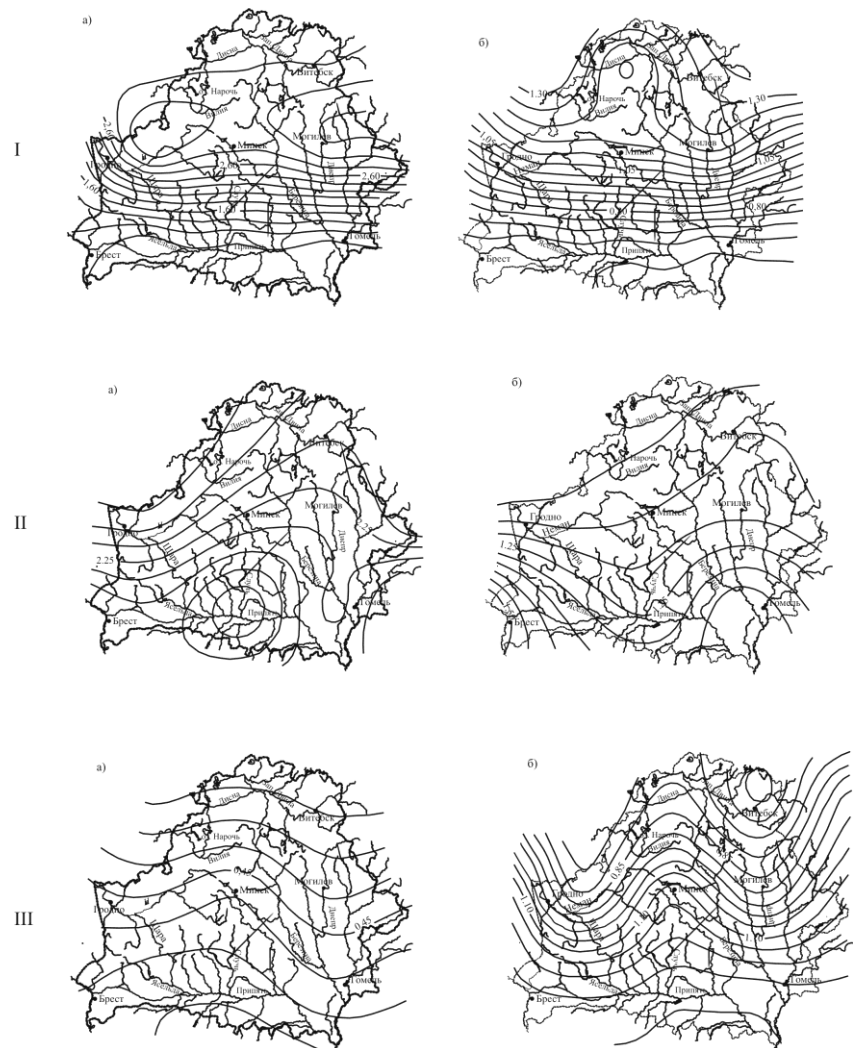
Согласно принятой элементной генетической структуры общей закономерности эволюции природных, антропогенезированных и антропогенных геосистем была составлена экспертная матрица, позволившая определить коэффициенты согласованности для факторных признаков. Используя их, были построены прогнозные карты критериев гомогенизации гидроэкологической структуры (рис. 5).

Прогноз проводился на два уровня воздействия, характеризующиеся степенью антропогенности нагрузок и экологического упрощения ландшафтных комплексов ( $k_c$ ): первый уровень –  $k_c = 0,1$ , а второй –  $k_c = 0,75$ . Первый уровень воздействия характерен для технически совершенных (6...7 класс) и адаптивных агросистем и экотехносистем, базирующихся на дифференциальном использовании природно-ландшафтных ресурсов, а второй – для систем 2...3 класса, не обеспечивающих экологическую оптимизацию, но которые сегодня наиболее распространены. Класс систем принят согласно классификации И.В. Минаева [4].

В качестве эталонных значений этих критериев приняты  $S = 0...0,1$ ;  $D = 1,8...2,6$ ;  $\Delta I = 2,4...2,7$ .

Анализ полученных прогнозных карт позволяет отметить следующее:

- осушенность флоры при уровне воздействия  $k_c = 0,10$  резко усиливается и если в центрально-восточной части она колеблется в пределах 1,1...1,3, то для Полесья ее значение уже достигает 0,75..0,90. При уровне воздействия  $k_c = 0,75$  осушенность флоры незначительно повышается для Полесской зоны, а на всей остальной территории практически не изменяется;
- изменение индекса экологического разнообразия относительно постоянное по всей территории республики и соответственно при  $k_c = 0,1$  он снижается до 1,2...1,5, а при  $k_c = 0,75$  всего лишь до 2,2...2,4;
- синантропность флоры является очень динамичным показателем и соответственно при  $k_c = 0,1$  она увеличивается до 0,6...1,1, а при  $k_c = 0,75$  ее увеличение не превышает 0,2...0,45;
- не все критерии гомогенизации гидроэкологической структуры имеют четкую зонально-региональную и структурно-функциональную ориентацию.



*Рис. 5. Прогнозные карты изменений: I – ксерофитизация (осушенности) флоры, II – индекса экологического разнообразия и III – синантропности флоры при  $k_c = 0,1$  (а) и  $k_c = 0,75$  (б)*

Все это требует как детализации прогнозной геоэкологической концепции глобальных изменений на локальном уровне и локальных изменений в системе экологического и геосистемного мониторинга глобальных изменений, так и решения следующих теоретических вопросов:

- выявление зональных и региональных особенностей структурно-функциональной организации геоэкосистем и механизма перехода их в критическое состояние;

- установление значения меры фитобиоты локальных геосистем в поддержании устойчивости, свойственных району, горизонтальных и вертикальных ландшафтных связей;
- выявление механизма геосистемы в области трансформации глобально–региональных реакций в локальные и способностей к созданию многообразия местных реакций фитоценотического «ядра» для определенных экосистем.

С практической точки зрения первоочередными вопросами, требующими своего решения в ближайшее время, являются:

- определение природоохранного, рекреационного и правового режима территорий с интенсивно возрастающими антропогенными нагрузками;
- разработка мониторинговых оценок состояния ландшафтных и эколандшафтных комплексов по степени организованности и упорядоченности, компенсации и эквивалентности;
- разработка методики геэкологического обоснования территориально–планировочной структуры объектов (систем) и регионов;
- изменение приоритета в использовании природных и, особенно, земельных ресурсов с точки зрения интересов охраны и гармонизации окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенные изменения, охрана растительности болот и прилегающих территорий / Мат. 6 Всесоюзного совещания Мн.: Наука и техника, 1981. – 216 с.
2. Бурлибаев М. Ж., Шведовский П. В., Волчек А. А. Концептуальные основы оптимизации решений экологических проблем / Матер. межд. конфер. «Проблемы гидрометеорологии и экологии» КазНИИМОСК, Алматы, 2001. – С. 353 – 357.
3. Елиашевич Н. В. Мелиорация и продуктивность пойменных лугов. – Мн.: Наука и техника, 1986. – 213 с.
4. Минаев И. В. Экологическое совершенствование мелиоративных систем. – Мн.: Ураджай, 1986. – 150 с.
5. Парфенов В. Н., Ким Т. А. Динамика лугово–болотной флоры и растительности Полесья под влиянием осушения. – Мн.: Наука и техника, 1976. – 191 с.

6. Шведовский П. В., Валуев В. Е., Волчек А.А. и др. Эколого-социальные аспекты освоения водно-земельных ресурсов и технологий управления режимами гидромелиораций. – Мн.: Ураджай, 1998. – 363 с.
7. Шведовский П. В., Волчек А. А. Прогноз влияния степени антропогенизации на устойчивость эко-, и агроэкосистем / Матер. межд. конф. «Природнае асяродзе Палесся: сучасны стан і яго змены. Люблин–Шацк–Брест, 2002, С. 158 – 163.
8. Эколого-биологические исследования растительных сообществ // Под ред. Акад. АН БССР И. Д. Юркевича. – Мн.: Наука и техника, 1975. – 224 с.
9. Яцухно В. М., Мандер Ю. А. Формирование агроландшафтов и охрана природной среды. – Мн.: институт геологических наук НАН Беларуси, 1995. – 122 с.
10. Яцухно В. М., Романова Т. А., Давидик Е.Е. Состояние и проблемы сохранения ландшафтного разнообразия Белорусского Полесья // Природные ресурсы. – 1998. – №2. – С. 136 – 140.

ДГП «Инфракос-Экос» Национального Космического Агентства РК;  
 Полесский аграрно-экологический институт НАН РБ;  
 Брестский государственный технический университет.  
 Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

#### **ҮЛКЕН АУМАҚТАҒЫ ЛАНДШАФТТАРДЫҢ АГРОТРАНСФОРМАЦИЯСЫ КЕЗІНДЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ – ФИТОЦЕНОТИКАЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРДІ БОЛЖАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бурлибаев
Геогр. ғылымд. докторы	А.А. Волчек
Техн. ғылымд. канд.	П.В. Шведовский
Техн. ғылымд. канд.	Д.Ш. Нурмаганбетов

*Табиғи және ауылшаруашылық аумақтарының ландшафтты және ценодикалық фитотүрлілігіне антропогендік факторлар мен үрдістердің әсерінің жиілеуін болжау ерекшеліктері қарастырылады.*

*Агроландшафттық түрлену жиілігі мен бағытына қарай, мүмкін болатын экологиялық фитоценодикалық өзгерістердің негізгі көрсеткіштерінің болжамдық картасы келтірілген.*

*Алынған нәтижелер Беларусь Республикасында ландшафттық және фитоценодикалық әртүрлілікті сақтаудың барлық мүмкіндіктері бар екендігін көрсетеді. Бұлардың негізі болып агрошаруашылық және табиғат қорғау қызметінің қалыпты қатынасын ғана емес, «өсімдік – қоршаған орта» қалыпты эволюциялық үрдіс жүйесін де қамтамасыз ететін экологиялық қарасты сатылы құру болып табылады.*



УДК 504.3

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ Г. АЛМАТЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

Канд. техн. наук М.Б. Кошумбаев

*Рассматривается применение вихревого эффекта в конструкциях гидроагрегата, вихреагрегата и ветроагрегата для генерации электроэнергии и принудительной вентиляции городской атмосферы.*

С каждым годом все больше обостряются вопросы, связанные с дальнейшим развитием энергетики. С одной стороны, рост населения, стремление к повышению жизненного уровня людей диктуют наращивание мощностей энергетики, с другой стороны, возникающие экологические проблемы, истощение природных источников сырья требуют более экономичного и рационального использования полученной энергии и потенциальной энергии ее источников.

В условиях г. Алматы ситуация усугубляется отсутствием ветровых потоков, способствующих проветриванию атмосферы. Это вызвано тем, что географическое расположение г. Алматы ограничивает естественную вентиляцию воздушного бассейна города. Ежегодно увеличивается объем вредных выбросов в атмосферу предприятиями, автотранспортом и частным сектором города. Накопление вредных примесей в воздухе нарушает экологическую систему и приводит к массовым заболеваниям горожан.

Данную проблему можно решить внедрением различных технических решений, которые позволят удовлетворить рост потребности в электроэнергии и уменьшить выбросы вредных газов и примесей в атмосферу города и обеспечить принудительную вентиляцию воздушного бассейна г. Алматы.

Для выработки экологически чистой энергии можно предложить конструкцию мини-электростанций. Принципиально новая схема использования вихревого эффекта в гидроагрегате намного упрощает его конструкцию и повышает надежность работы агрегата [6]. Отличительной особенностью конструкции является турбина, которая выполнена из цилиндрической трубы, внутри которой расположены пластины с возможностью плавного обтекания потоком. Каждая из пластин продольной кромкой одного ребра прикреплена к внутренней стороне трубы, а продольной

кромкой другого ребра соединена с другими пластинами вдоль оси трубы. При этом ротор генератора размещен сверху на внешней стороне трубы и расположен в неподвижном цилиндре статора генератора. Труба установлена на напорном участке водовода и соединена с ним подшипниками.

Составные части в предлагаемой конструкции гидроагрегата кроме криволинейных пластин, находятся вне напорного водовода, что обеспечивает определенные удобства при его эксплуатации, упрощение конструкции и надежность его работы. Трубу-турбину можно устанавливать в любом месте напорного водовода, а скорость его вращения можно регулировать не только расходом и напором потока, но и степенью кривизны пластин.

Применение закрученных течений в технике и различных отраслях промышленности очень много. Основным фактором таких течений является его устойчивое состояние. Еще в древности люди придумали сепаратор для очистки жидкости от примесей или выделения из него определенных продуктов. В наши дни вихревой эффект используется в двигателях внутреннего сгорания, в различных конструкциях циклонов, при обработке металлов, в геологоразведке, в гидротехнике и т.д.

В природе вихревой эффект присутствует в виде циклонов, смерчей и торнадо. Вихревое течение достигается за счет образования вихресточка на поверхности земли и градиентов температуры и давления воздушной среды по вертикальной оси. Воздействие их на флору и фауну Земли настолько велико, что последствия могут быть катастрофическими. От таких явлений люди несут не только материальные затраты, но и человеческие жертвы. Однако любые природные явления можно использовать во благо человека. Как уже было показано, использование вихревого эффекта в мини-электростанциях расширяют область их применения с точки зрения экологии и повышают надежность и безопасность работы.

Для создания искусственной вентиляции воздушного бассейна г. Алматы предлагается использовать вихревое движение воздушных масс. Вихревое течение достигается за счет образования вихресточка на поверхности земли и градиентов температуры и давления воздушной среды по вертикальной оси.

Конструкция сооружения [1] за счет солнечной энергии позволяет обеспечить вихревое движение воздушных потоков. Имея высокую температуру и низкую плотность, воздушные массы с поверхности земли по спирали поднимаются в высшие слои атмосферы, а холодные течения воздуха движутся вниз в образовавшуюся воронку (эффект образования во-

ронки в ванне, заполненной водой). Воздушный поток с высокой температурой, поднимаясь вверх по спирали, будет захватывать с собой вредные примеси воздушного бассейна г. Алматы, т.е. очищать его.

Основной принцип работы предлагаемой конструкции для искусственной вентиляции воздушного бассейна основан на образовании в горизонтальной плоскости движения типа вихресток с вертикальной осью вращения (рис. 1).

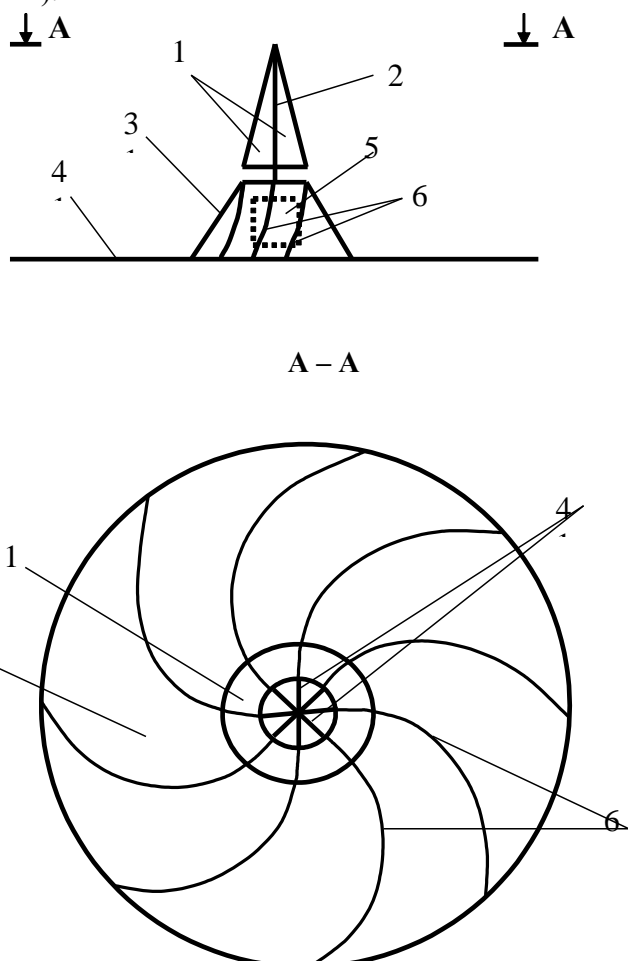


Рис. 1. – Вихреагрегат: 1 – криволинейные лопасти; 2 – вал генератора; 3 – конус; 4 – диск; 5 – генератор; 6 – направляющие выступы.

Предложенное решение является одним из вариантов искусственной вентиляции воздушного бассейна крупных мегаполисов. Если вопрос поставить шире, то можно создать конструкции, которые будут снижать энергию торнадо, представляющие собой настоящее бедствие для государств Карибского бассейна и других стран (например, Япония, Китай).

Предлагаемые конструкции будут создавать несколько вихревых течений, которые будут снижать энергию возможного торнадо. Вместе с тем, предлагаемое решение позволит энергию вихря преобразовать в электрический ток, т.е. новая конструкция позволит не только создать вихревое движение, но и использовать его энергию.

Внедрение конструкции вихреагрегата целесообразно для регионов с большим потенциалом солнечной энергии. Предлагаемую конструкцию можно установить не только на суше, но и на поверхности моря или океана. Эффективность данной конструкции проявляется особенно для удаленных мест, где невозможно подача электроэнергии обычным способом. Предлагаемое решение позволяет увеличить мощность агрегата за счет уменьшения воздействия сил сопротивления. При этом повышается надежность работы агрегата, ее эксплуатационные характеристики.

Как известно, к чистым источникам энергии с точки зрения экологии является ветроэнергетические установки. В Казахстане в последние годы используются различные типы ветроэлектростанции (далее ВЭС) иностранного производства, отечественные разработки не имеют производственного охвата. Распространенное ветроколесо ВЭС представляет консольное крепление лопастей на горизонтальной или вертикальной оси вращения. Непостоянный по направлению и напору воздушный поток оказывает на лопасти чрезвычайные нагрузки, что с течением времени приводят к частым поломкам. Наиболее удачными конструкциями ВЭС являются агрегаты, использующие устройства для концентрации потока воздуха [4]. Концентратор потока воздуха представляет собой шатер с вытяжной трубой и конус с вогнутой поверхностью, внутри шатра над конусом расположено ветроколесо. К недостаткам данной конструкции можно отнести низкую эффективность, так как концентрация потока не происходит по рабочей поверхности лопасти ветроколеса.

В тепловихревой электростанции [5] концентратор также представляет собой корпус в виде шатра, имеющий вход по всему нижнему периметру, систему с подогревом воздуха. Усиление тяги обеспечивается установкой по оси шатра полой трубы. Для завихрения воздушного потока в нижней части трубы имеются вертикальные прорезы с направляющими лопатками. Увеличение тяги не создает эффективную концентрацию потока на лопасти ветроколеса и воздействие потока на обратный ход лопасти ухудшает надежность конструкции.

Повышение эффективности и надежности агрегата позволяет новая конструкция [2], которая генерирует вихревое движение воздушного потока благодаря криволинейным направляющим стенкам и тангенциальному подводу воздуха к вытяжной трубе. Кривизна стенок и лопасти агрегата описываются логарифмической зависимостью. Концентратор в этом случае состоит из шатра и конуса, между которыми расположены криволинейные направляющие стенки, соединяющие между собой конус с шатром и образующие криволинейные сужающиеся воздушные каналы, тангенциально направленные к вытяжной трубе. Наружные части шатра и вытяжной трубы черного цвета нагреваются под действием солнечной энергии, что также увеличивает вытяжную тягу (рис. 2).



*Рис. 2. – Новая конструкция ветроустановки с направляющими стенками внутри шатра и вытяжной трубой.*

Другой особенностью предлагаемой ВЭС является ветроколесо, выполненное в виде кожуха генератора, на внешней стороне которого установлены криволинейные лопасти, при этом вал генератора неподвижно закреплен одним концом в основании, а другим в верхней части вытяжной трубы.

Воздушный поток, попадая в концентратор, нагревается и с помощью криволинейных направляющих стенок получает вращательное движение. Повышение температуры и уменьшение живого сечения потока также способствует его стабильному ускоренному вращательному движе-

нию. Вихревое движение воздуха приводит к вращению лопастей и самого генератора, при этом лопасти на обратном ходе не испытывают противодействия со стороны потока. Механическое вращение лопастей преобразуется генератором в электрическую энергию.

Для упрощенного определения зависимости, описывающей вихревое движение, можно рассмотреть плоское стационарное движение несжимаемой жидкости, которое описывается уравнениями Лапласа и неразрывности [3]. Решениями данных уравнений являются  $\psi(x, y)$  – функция тока и  $\varphi(x, y)$  – потенциал скорости. При выполнении условий Коши-Римана комплексная величина

$$F(z) = \varphi(x, y) + i \cdot \psi(x, y) \quad (1)$$

является функцией одной переменной  $z = x + iy$  и называется комплексным потенциалом.

Движение воздушного потока можно рассматривать как вихресток, который образуется сложением комплексных потенциалов вихря и стока.

Решение исследуемой задачи представляет собой сумму потенциалов вышеуказанных течений и комплексный потенциал вихрестoka будет иметь вид:

$$F = \frac{(Q - i\Gamma) \ln z}{2\pi}, \quad (2)$$

где  $Q$  – расход,  $\Gamma$  – циркуляция.

Выражение (2) дает возможность определения поля потенциала скорости

$$\varphi = \frac{Q \ln r + \Gamma \varepsilon}{2\pi}. \quad (3)$$

Как известно  $\varphi(r, \varepsilon) = \text{const}$  – семейство изопотенциальных линий. Предположим, что  $\varphi(r, \varepsilon) = 0$ , тогда зависимость (3) будет иметь вид:

$$\varepsilon = -\frac{Q \ln r}{\Gamma}. \quad (4)$$

При установившемся движении вихревого потока расход и циркуляция имеют постоянные величины. Принимая отношение расхода к циркуляции как константу  $K = Q/\Gamma$ , перепишем уравнение (4) в окончательном виде:

$$\varepsilon = -K \ln r. \quad (5)$$

Постоянная величина в зависимости (5) определяется из эксперимента и зависит от градиентов температуры и давления.

Полученное уравнение (5) позволяет определить размеры искомой конструкции сооружения.

#### Выводы

1. В природе вихревой эффект присутствует в виде циклонов, смерчи и торнадо. Вихревое течение достигается за счет образования вихресточка на поверхности земли и градиентов температуры и давления воздушной среды по вертикальной оси.

2. Применение вихревого эффекта в гидроагрегате намного упрощает его конструкцию и повышает надежность его работы. Отличительной особенностью конструкции является турбина, которая выполнена из цилиндрической трубы, внутри которой расположены пластины с возможностью плавного обтекания потоком.

3. Составные части гидроагрегата кроме криволинейных пластин, находятся вне напорного водовода, что обеспечивает определенные удобства при его эксплуатации, упрощение конструкции и надежность его работы.

4. Устойчивый вихревой восходящий поток достигается тем, что поверхность конструкции представляет собой конус с криволинейными траншеями, в центре которого расположено ветровое колесо с сужающимися кверху лопастями.

5. Форма лопастей вихреагрегата и ось вращения, направленная параллельно потоку, исключают вибрацию ветроколеса, вибрационную нагрузку на вал генератора и ударное воздействие потока на конструкцию агрегата.

6. Наиболее удачными конструкциями ВЭС являются агрегаты, использующие устройства для концентрации потока воздуха.

7. Концентратор состоит из шатра и конуса, между которыми расположены криволинейные направляющие стенки, соединяющие между собой конус с шатром и образующие криволинейные сужающиеся воздушные каналы, тангенциально направленные к вытяжной трубе.

8. Направление угловой скорости вихря зависит от кривизны стенок. С увеличением радиуса концентратора возрастает мощность агрегата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евразийский патент № 007439. Вихреагрегат. / Кошумбаев М.Б. Заявлено 26.05.2005. Оpubл. 27.10.2006, бюл. № 5. – 3 с.

2. Заключение о выдаче предпатента от 01.06.2007 по заявке на изобретение № 2006/1185.1. Ветроагрегат. / Кошумбаев М.Б. Заявлено 30.10.2006.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газов. /Учебник для ВУЗов. – М.: Наука, 1987. – 840 с.
4. Патент РФ № 2062353, Кл. F 03 D 3/00. Ветроэлектростанция. / Ефимов Г.И., Абдурашитов Ш.Р. Заявлено 28.04.93; Опубл. 20.06.96. – 6 с.
5. Патент РФ № 94028398, Кл. F 03 D 3/04. Тепловихревая электростанция. / Мосолов В.Г. Заявлено 25.07.94; Опубл. 27.05.96. – 6 с.
6. Предварительный патент №13064 KZ, МКИ F 03 B 13/00. Гидроагрегат. / Кошумбаев М.Б. Заявлено 21.02.2002. Опубл. 15.05.2003, бюл. № 5. – 4с.

Казахский национальный аграрный университет

### **АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАСЕЛЕСЫ ЖӘНЕ ШЕШІМДЫК ЖОЛДАРЫ**

Техн. ғылымд. канд. М.Б. Кошумбаев

*Құйын эффекті гидроагрегат, вихреагрегатт, ветроагрегатт пайданалады және электроэнергия мен ауа вентиляциясын қарастрады.*



УДК 631.45; 631.67

**КАСПИЙ ӨҢІРІНІҢ МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАРЫ**

Биология ғылымд. канд. С.Н Досбергенов

*Салыстырмалы түрде мұнаймен ластанған топырақтардың химиялық, физика-химиялық қасиеттері қарастырылған. Мұнаймен ластану топырақтың генетикалық қасиеттерін өзгертіп уытты микроэлементтер мөлшерінің артуына алып келеді. Агрофитомелиорациялау мен микроорганизм – деструкторларды пайдалану және сорбенттердің тиімді түрлерін, соның ішінде қоңыр көмірді өндіріске енгізудің болашағы мол.*

Мұнаймен ластанған топырақтар Батыс Қазақстанның барлық кен орындарында тіркелінді. Осы өңірдегі топырақ жамылғысының экологиялық бүлінуінің негізгі себептері кен кеніштеріндегі жиі апатты жағдайлар себеп болып отыр. Себебі мұнда ескірген техникамен технологиялық қондырғылар қолданылды. Сонымен қатар мазуттанған топырақ-грунттар амбарларда сақталуда. Топырақ мұнаймен кең етек жая ластануда.

Химиялық құрамы бойынша Каспий теңізінің солтүстік және солтүстік-шығыс жағалауындағы мұнайлар негізінде шайыр мөлшері көтеріңкі мұнай-парафинді типіне жатады. Шалғынды теңіз бойының топырақтары орналасқан Қаратон, Қосшағыл, Тереңөзек кәсіпорындарының мұнайлары өздерінің жоғары мөлшерлі асфальтты- шайырлық заттарымен ерекшеленеді. Жоғары мөлшердегі шайырлы –геликогелдік көмірсутектері мен парафиндер топырақ кескінінде битум қабатының қалыптасуының негізгі факторларына айналады.

Мұнай-газ кен орындарының қоңыр және сұр-қоңыр топырақтары қолайсыз экологиялық көрсеткіштерімен ерекшеленеді. Табиғи жағдайда олардың өнімділігі төмен және техногендік қысымға төзімсіз келеді. Топырақ түзілу процесінде пайда болған өнімдері топырақ пішіні бойынша мәзірсіз тасымалданды. Шөл топырақтары төменгі дәрежелі қарашіріктілігімен (0,5...1,5 %), фульвоқышқылдық құрамымен ( $C_{т.к}:C_{ф.к} = 0,5:0,8$ ) ерекшеленеді. Қоңыр топырақтар кебірленген, ал сұр-қоңыр топырақтар болса гипстенген. Олар күшті карбонатты, әсіресе сұр-қоңыр топырақтарда  $CO_2$  15...20 % дейін тұздармен тұзданған. Химиялану типтері сульфатты-хлоридті болып келеді. Тұздар жиынтығы 0,3...0,5 %, сіңіргіштік қабілеті төмен (5...15 мг, 100 г

топыраққа шаққанда). Шикі мұнаймен ластанып, ауыр техникамен деформацияланғанда топырақтың морфологиялық кескіні өзгереді. Генетикалық горизонттары қайта құрылып ластанған қабат қоңыр және шайырлы қара түске айналады. Тығыз битумдық қабық қалыптасады. Жоғары молекулалы асфальтты-шайырлы заттармен бай мұнай топырақ кескінінде 20...40 см және одан да қалың битумдық қабат түзеді. Олар ұзақ мерзім бойы өз қасиеттерін жоғалтпай сақтайды.

Мұнаймен ластанған топырақтардың маңызды генетикалық көрсеткіштері бұзылады. Қарашіріндінің құрамы мен мөлшері, азот, фосфор, микроэлементтердің мөлшері, топырақтың сіңіру кешені өзгереді. Топырақтың көлемдік массасы артып, қуыстылығы кемиді. Аэрация мен су өткізгіштігі төмендеп, нәтижесінде өсімдікке сіңімді ылғал азаяды. Мұнаймен ластанған топырақтардың шикі мұнай мен күшті тұзданған қат суларының құрамына байланысты тұздану типі мен дәрежесі өзгереді. Тұздар жиынтығы 1,1...5,2 %, хлорлы-сульфатты химиялану типі басым келеді.

Мұнаймен ластанған топырақтардың экологиялы-генетикалық сипаты олардың сандық-сапалық құрамына, физика-химиялық қасиеттеріне және құрамдас бөліктерінің уыттылығына тура байланысты болады. Олар болса әртүрлі өндіріс орындарында, айта берсе жеке мұнай құмырларда да сан алуан түрлі болады. Мұнаймен ластанған топырақтардың химиялық талдауының мәліметтері 1-кестеде келтірілген.

Топырақтың мұнай өнімдерімен ластануы органикалық көміртегінің байлануына, сөйтіп қарашірінді мөлшерінің, сіңірілген негіздердің (кальций, магний, натрий) және жалпы азоттың жоғарылауы мен топырақтың тұздану дәрежесінің артуына алып келеді 1911 жылы ашылған. Доссор кен орнына алынған топырақ үлгісінің көрсетуіне қарағанда, топырақ кескінінің жоғарғы бөлігіндегі (12...20 см) органикалық көміртегі күшті минералданып, зоналық қоңыр топырақ мөлшеріне дейін төмендеді. Кесіндінің 100...150см тереңдігінде түрі өзгерген битумдық қабат орналасты. Қарашірінді мөлшері – 4,0 %. Топырақта хлоридті-сульфатты-содалық тұздану түрі басым келеді. Бұл мұнай құрамындағы күшті минералданған (100...300 г/дм<sup>3</sup>) қат суларының құрамына да байланысты. Мұнаймен ластанған топырақтарда азот нитраты 1,5...2,0 есе төмен жинақталады. Топырақ ерітіндісінің рН-ы, инвертаздық және дегидрогеназдық белсенділігі төмендейді. Карбонаттық көмірқышқылы көбейеді [1].

Мұнаймен ластанған топырақтардың химиялық және физика-химиялық қасиеттері

Кесінді №, топырақ атаулары, кен орындары	Үлгі алу тереңдігі, см	Қарашірінді, %	CO <sub>2</sub>	рН	Сіңірілген негіздер, мг/экв 100 г топырақта			Гипс, %
					Ca	Mg	Na	
200. Құба шөл топырағы, Доссор	0...0,5	0,8	-	-	-	-	0,8	-
	0,5...7,0	0,8	-	-	-	-	2,7	-
	7,0...12	2,9	-	-	-	-	2,1	-
	20...30	2,0	-	-	-	-	6,0	-
	40...50	4,5	-	-	-	-	7,3	-
	110...120	4,3	-	-	-	-	3,4	-
3 т. Сұр-қоңыр сортаңданған топырақ, Жаңаөзен	0...7	0,91	11,98	8,23	6,0	6,0	1,92	2,32
	7...42	0,89	9,53	8,30	12,0	11,5	1,45	1,08
	42...76	0,29	5,78	8,15	17,5	4,5	0,49	24,47
2. Сұр-қоңыр топырақ, Жетібай	0...10	1,38	17,7	-	11,5	7,5	1,59	-
	10...20	1,27	14,3	-	12,0	9,5	1,10	-
	20...30	0,76	16,3	-	14,0	10,0	1,8	-
	30...40	1,06	13,1	-	10,5	13,5	1,40	-
102. Теңіз бойының шалғынды сортаңданған топырақтары, Қаратон	0...7	3,5	2,6	8,0	20,5	10,0	0,7	1,261
	7...19	2,1	3,8	8,0	19,5	2,0	0,7	0,855
	19...42	1,4	11,2	8,0	14,0	3,0	0,7	1,128
103. Теңіз бойының сортаңдары, Теренөзек	0...18	3,3	1,6	7,9	13,5	2,5	8,2	-
	18...42	2,9	0,3	8,1	10,0	1,0	12,6	-
	42...72	1,0	1,7	7,9	8,8	0,5	10,4	-

Өңірдегі бастапқы бұзылмаған және әртүрлі дәрежеде антропогендік бүлінген топырақтардағы ауыр металдардың жалпы және жылжымалы түрлері анықталды. Мұнаймен ластанған топырақтардағы қорғасынның жалпы және жылжымалы түрлері (40...57 және 7...18 мг/кг) құрады. Бұл ШРШ-дан 1...6 есе жоғары. Молибден 7...12 және 20...25 мг/кг, ал кобальт 10...15 мг/кг дейін жинақталады. Бұлар ШРШ-дан 2...3 есе артық. Осы жерде айта кететін бір жайт, ауыр металдардың әртүрлі топырақтар үшін бердей болмайтынын естен шығармау керек.

Топырақта қорғасын, никель, титан, молибден мен кобальттың және т.б. металдардың шамадан тыс жинақталуы экологиялық жағдайды күрделендіріп, адамдар мен жануарларға ауру тудырады.

Ластанған топырақтарды қалпына келтіру жұмыстары-химиялық элементтердің уыттылығын басуға бағытталған. Мұнайдың бүлдіру және топырақ жабынының тазару жылдамдығы біршама дәрежеде микроорганизмдердің тіршілігін стимулдеуші климатқа, механикалық құрамына, қарашіріндімен қамтамасыз етілуіне, минералдық қоректік элементтермен қамтамасыз етілуіне тығыз байланысты. Мұнайгаз кен орнындағы қоңыр және сұр қоңыр топырақтарының табиғи жағдайларында саңырауқұлақтар, негізінде пенициллиум, аспергилус қалыптасады. Жаз айларындағы кепкен топырақтарда суға төзімді актиномициттер, ал көктем мен күзде бактериялар басымдылыққа ие болады [3].

Шөлдің қуанданған жағдайларында: атмосфералық жауын-шашынның аз мөлшері жаздың аптаған ыстығы, инсоляция мен күшті желдер және төменгі табиғи құнарлық топырақтың тұздануы мен кебірлену жағдайларында, мұнаймен ластанған топырақтардың өздігінен тазартылуы тіпті төтенше баяу жүреді. Кәсіпорындарда ластанған топырақтарды тазартудың механикалық түрін қолданып, мазуттанған топырақ массасын бульдозермен ысырып, полигонға тастаудың тиімділігі шамалы. Себебі ол топырақ жабынының толық жойылуына алып келеді. Бұл болса, топырақ биосфераның тіршілік етуінің негізі. Сондықтан да мұнай өндіруші кәсіпорындарда перспективті микробиологиялық, агрофитомелиоративтік және де топырақты қалпына келтіру әдістерін ендіру қажет. Бұл жұмыстар топырақты суландыру аясында, жергілікті жағдайға бейімделген, мұнайға төзімді өсімдіктер мен сапалы мұнай сорбенттерін пайдалану негізінде жүргізілуі тиіс.

Табиғи жағдайда топырақ қабатындағы мұнай өте баяу тасымалданады. Мұнай өнімдері топырақ кескіні бойынша сүзілгенде олардың физика-химиялық қасиеттеріне байланысты топырақтың жоғарғы қабаттарында негізінде жоғары молекулярлық асфальт-шайырлы заттар мен циклды көмірсутектер жинақталады. Топырақтың терең қабаттарында суда ерігіш төменгі молекулярлы элементтер сүзіледі.

Дүниежүзілік тәжірибе мұнаймен ластанған топырақтарды микробтармен тазартудың тиімділігін дәлелдейді. «Оксидентал кимикл» (АҚШ), «Бейстритент» (Англия), «Биадетакс» (Германия) және т.б. әйгілі фирмалар мұнаймен ластанған жер бетін микробпен тазарту әдістерін кеңінен

қолдануда. Мұнайды тазартуға арналған «Путидоил», «Биоструктор», «Гидробак» және т.б. жаңа препараттар жасалынды. Алайда микроорганизмдердің жаңа түрлерін өндіріске енгізу үшін микроб флорасының тіршілік әрекеттеріне әсер етуші топырақ түзілу процестерінің табиғи жағдайлары мен топырақ типтерін ескеру керек. Қазіргі таңда Қазақстан микробиологтары бірқатар жаңа штамдарды зерттеп, оларды бөліп алып, тәжірибеде қолдануға нұсқау берді. Көмірсутекті шикізаттарды ыдыратушы микроорганизмдер шикі мұнайды 84...98 % дейін пайдаланады [2]. «Мұнайбак» атты жаңа микробиологиялық препарат жасалынды. Ол топырақ пен судағы мұнай өнімдерін 31...36 % дейін пайдаланады [4]. Зерттеу нәтижесіне қарағанда топырақ бетіне жайылған мұнай спонтанды микрофлораның әсерінен шайырланып, құрамының ауырлану бағытымен айтарлықтай өзгеріске түседі. ҚР Ауылшаруашылық министрлігінің Топырақтану институты қызметкерлерінің жүргізген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде бөлініп алынған мұнай деструкторлаушы микроорганизмдердің жаңа штамдары мұнай өнімдерін тұрақты түрде пайдаланады. әсіресе инкубациялық кезеңнің бірінші апталығында ерекше көзге түседі (2-кесте). Бұл жағдайда мұнайда микроорганизмдердің эфирлік және қышқылдық типтерінің оттегі құрамды құрылымдарының өсуі байқалады. Мұны тотығу процестерінің белсенділігі дәлелдейді. Сонымен қатар ұзын тізбекті парафиндердің күрт азаюы да тіркелінді. Сонымен, бөлініп алынған ыдыратушы микроорганизмдердің түрлері Маңғыстау-Каспий бойы аймақтарындағы мұнаймен ластанған топырақтардың биотехнологиялық негізін жасауға мүмкіндік туғызады.

Кесте 2

Көмірсутектерін деструкторлаушы микроорганизмдердің мұнайды пайдалану мөлшері, %

Микроорганизм-дердің түрлері	Мұнай кен орындары	Инкубациялану мерзімі, тәулік		
		1	2	3
Mycobacterium	Қаратон	19,76	39,026	49,21
Mycobacterium	Теңіз	28,41	39,05	48,18
Mycobacterium	Құлсары	32,02	55,02	71,92
Mycobacterium	Досмұхамед	17,90	36,83	59,93
Mycobacterium	Қошқар	20,98	42,32	70,96
Mycobacterium	Тюлюс	24,88	39,87	60,14
Pseudomonas	Құлсары	16,70	34,92	54,56
Pseudomonas	Теңіз	17,56	33,16	48,23
Bacillus	Прорва	24,54	33,81	63,81

Биомелиорация және мұнай каогулянттарын қолданумен қатар тыңайтқыштар мен суғару аясында жергілікті жағдайға бейімделген өсімдік

түрлерімен фитомелиорациялау (жусан, изен, камфоросма, жантақ және т.б.) топырақтардағы көмірсутектерін тасымалдауға кеңінен жол ашады. Нәтижесінде мұнай кәсіпорындарындағы топырақ жабынының өнімділігін қалпына келтіріп, тазалау жұмыстарын тиімді жүргізуге жол ашылады. Мұнаймен ластанған топырақтарды тазалаудың фитомелиорациялық және микробиологиялық әдістерімен қатар мұнай өндіруші кәсіпорындарда табиғи және жасанды мұнай сорбенттерін жете зерттеп ендірудің маңызы зор.

Мұнаймен ластанған топырақтардың әлі де толық қалыптаспаған, перспективтік мелиоранттары гумин қышқылдарына бай қоңыр көмір бола алады. Бұл бір мезгілде улы заттектердің тиімді сорбенті болуымен қатар, топырақтың көміргуминдік тыңайтқыштары да болады. Қазақстандағы қоңыр көмірдің қоры іс жүзінде шексіз десе де болады. Қоңыр көмірдегі гидролизденбейтін қалдықтар (гумин) мен кальций гуматтарының жоғарғы пайыздылығы органикалық және минералдық тыңайтқыштар енгізіп жақсы аэрациялау мен суландыру жағдайында шөлдік топырақтардың құнарлылығын арттырады.

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Антоненко А.М., Зонина О.В. Влияние нефти на ферментативную активность аллювиальных почв Западной Сибири // Почвоведение. – 1992. – №1. – С. 38-43.
2. Квасников Е.И., Ключникова Т.М. Микроорганизмы деструкторы нефти в водных бассейнах. – Киев, 1981. – 132 с.
3. Митрофанова Н.С. Микрофлора зональных почв Казахстана // Известия АН КазССР. – Серия биологическая, 1971. – №6.
4. Файзуллина Э.Р., Шилова Н.К., Алиева Р.М., Бирюкова Л.А. Микробиологическое окисление нефти и нефтепродуктов углеродоокисляющими бактериями, входящими в состав препарата «Мунайбак» // Изв.НАН РК. – Серия биологическая. 1995. – №5. – С. 64-68.

ҚР АШМ «Ө.О.Оспанов атындағы Топырақтану және агрохимия зерттеу орталығы», Алматы қ.

#### НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫЕ ПОЧВЫ ПРИКАСПИЯ

Канд. биол. наук С.Н Досбергенов

*Рассмотрены в сравнительном аспекте изменения химических, физико-химических свойств незагрязненных и нефтезагрязненных почв. Показано влияние нефтехимического загрязнения на изменение генетических свойств почв. Отмечено увеличение содержания токсичных микроэлементов. Пер-*

*спективными способами рекультивации являются агрофитомелиорация, использование микроорганизмов-деструкторов, разработка и внедрение на промыслах эффективных сорбентов нефти, в том числе бурных углей.*

УДК 504.064.4:504.064.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ  
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Канд. техн. наук      А.С. Нуркеев  
                                 А.К. Казбекова  
Доктор техн. наук    С.С. Нуркеев

*Проведено исследование и сделан расчет фильтрационных свойств твердых бытовых отходов, и выявлена необходимость их уплотнения с целью уменьшения фильтруемости.*

В настоящее время во всех странах мира, особенно в больших городах, серьезную экологическую проблему представляют твердые бытовые отходы (ТБО), количество которых непрерывно растет. Согласно ГОСТ 25100-95, твердые бытовые отходы (ТБО), являющиеся продуктом хозяйственной жизнедеятельности населения, а также промышленные (шламы, золошлаки и т.п.) относятся к подгруппе насыпных антропогенных образований класса дисперсных грунтов, которые водо- и газопроницаемы, т.е. способны пропускать через себя воду, воздух или какой-либо газ, например метан, образующийся при биологическом разложении ТБО.

ТБО обычно складывают в виде насыпных отвалов на специально выделенных участках-полигонах, занимающих значительные территории, и часто, при недостаточно качественном инженерном их обустройстве, являющиеся источниками загрязнения поверхностных и подземных вод. Вместе с тем так называемые «высоконагружаемые» полигоны с отвалами ТБО высотой в несколько десятков метров следует рассматривать как ответственные грунтовые обводненные сооружения, каждое из которых в случае аварии (например, при обрушении откоса отвала) может причинить серьезный экологический ущерб с трудно устранимыми последствиями.

Расчет устойчивости складываемых отходов для высоконагружаемых полигонов выполняется на основе методов расчета откосов [1]. Однако необходимо учитывать то, что отходы, как бытовые, так и промышленные, не являются однородным сплошным телом, а представляют собой многофазную сложную анизотропную систему. Формирование полигонов депонирования отходов происходит длительное время (от 20 до 100 лет) и за этот период, как правило, меняется сам состав отходов, степень их



уплотнения, степень водонасыщения, пористость, процентное содержание газа. Складируемые отходы испытывают различные, часто неоднозначные воздействия окружающей среды и человеческой деятельности. Поэтому их можно рассматривать, по аналогии с грунтами, как трехфазную, состоящую из минеральной части и пор, частично заполненных водой (жидкая фаза) и биогазом (газообразная часть). Однако в отличие от грунтов, формирование которых происходит миллионы лет, отходы – относительно «молодая» структура, но более подвижная в плане перехода из одной фазы в другую и изменения своего морфологического и генетического состава. Необходимо также учитывать тот факт, что уплотнение отходов под нагрузкой происходит в более короткие сроки по сравнению с грунтами и может достигать 300...400 % от первоначального объема, при этом происходит значительное выделение фильтрата и газа.

Большую часть времени отходы находятся под постоянной нагрузкой (на стадии захоронения), продолжают уплотняться, перемещаться в массивах складирования, постоянно изменяя напряженно-деформированное состояние тела хранилища и соответственно влияя на устойчивость грунтового основания. Поэтому, по нашему мнению, отходы обладают определенными реологическими параметрами и для правильной оценки устойчивости хранилищ необходимо в расчетах учитывать явления ползучести и релаксации напряжений.

Выше сказанные предположения, безусловно, с одной стороны усложняют расчеты по обеспечению устойчивости хранилищ, но с другой стороны, приближают используемые расчетные схемы к действительной работе массивов депонирования.

Обеспечение устойчивости откосов высоконагружаемых полигонов технически осуществимо с помощью геосинтетических материалов методом армирования откосов. Такой метод широко применяется за рубежом, где ограничены площади участков складирования и накоплен опыт проектирования таких сооружений.

Поэтому проектирование таких полигонов должно базироваться на исходных данных, достоверно отражающих геомеханические и фильтрационные свойства грунтовой толщи основания отвала и самого складированного конгломератного материала ТБО.

Конкретным и весьма важным в практическом отношении следствием водопроницаемости ТБО является формирование внутри насыпи (отвала) ТБО куполообразного фильтрационного потока, который обычно высачивается (вытекает) через наружные откосы насыпи и негативно вли-

жет на ее статическую устойчивость. Следует также иметь в виду, что уровень гидрохимического загрязнения подземных и поверхностных вод на территории, прилегающей к незкранированному накопителю отходов, во многом зависит от водопроницаемости ТБО.

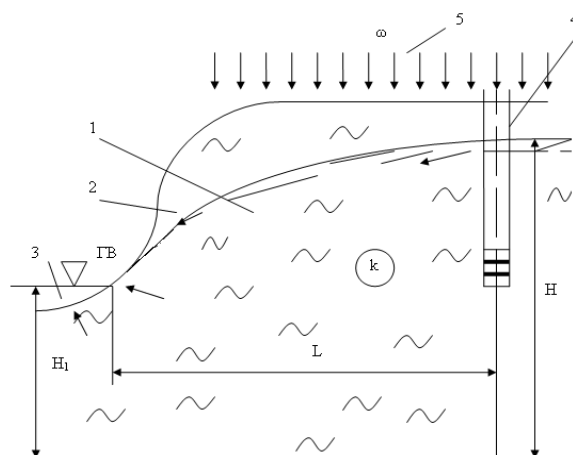
Водопроницаемость ТБО оценивалась расчетно-экспериментальными методами. В частности, для расчетов использовались параметры купола «грунтовых вод», сформировавшегося в отвале вследствие инфильтрации атмосферных осадков.

Так, например, коэффициенты фильтрации отходов определялись по [1], используя формулу Дюпюи, которая для удобства вычислений представлена в виде:

$$k = \frac{\omega \cdot L^2}{H^2 - H_1^2},$$

где  $\omega$  – величина инфильтрации в отвал атмосферных осадков (0,0014 м/сут);  $L$  – расстояние между наблюдательными скважинами и водоемом (контуром разгрузки фильтрационного потока) (3 м);  $H$  – отметка уровня (напор) в наблюдательной скважине (786 м);  $H_1$  – отметка уровня наполнения водоема (784 м).

Все натурные наблюдения схематично пояснены (рисунок).



*Рис. Расчетная схема формирования фильтрационного потока в отвале ТБО, расположенном на водоупром основании. 1 – периферийный фрагмент отвала, в пределах которого производилось определение коэффициента фильтрации ТБО; 2 – депрессионная поверхность фильтрационного потока; 3 – дренажная канава или водоем, являющиеся контурами разгрузки фильтрационного потока; 4 – пьезометрическая скважина; 5 – атмосферные осадки.*

Вычисленное по данным этих наблюдений значение коэффициента фильтрации равно 4,013 м/сут.

Кроме того, испытания на водопроницаемость образцов ТБО проводились в лабораторных условиях ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт им. Б.Е. Веденеева». Образцы отобраны с глубин 1...6 м в отвале Приморской свалки Санкт-Петербурга, существующей более тридцати лет.

Испытания двух образцов после начального уплотнения в цилиндрической рабочей камере прибора-пермеметра объемом 6500 см<sup>3</sup>, отобранных с глубины 6 м при начальной их плотности, не превышавшей 0,8 г/см<sup>3</sup> [2], показали, что по мере уплотнения внешней нагрузкой до 0,4 МПа их коэффициенты фильтрации соответственно уменьшились примерно на порядок: от начальных значений 2...3 м/сут, до 0,2...0,4 м/сут на конечной стадии испытаний. Образец, отобранный с глубины 1 м, оказался менее водопроницаемым: его коэффициент фильтрации уменьшался по мере уплотнения от начального 0,4 до конечного значения 0,03 м/сут.

Водопроницаемость ТБО, складываемых на городской Южной свалке в Санкт-Петербурге, оценивалась по результатам лабораторных испытаний одного из образцов на фильтрационно-компрессионной установке с горизонтальной рабочей камерой объемом 30×20×10 = 6000 см<sup>3</sup>. Данная установка позволяет определить водопроницаемость и суффозионную устойчивость материала (грунта) вдоль горизонтальных слоев его укладки. Начальная плотность материала ТБО в рабочей камере установки  $\rho_{дН} = 0,70$  г/см<sup>3</sup>, объем образца  $V_{0Н} = 4200$  см<sup>3</sup>. При такой плотности коэффициент фильтрации материала оказался (по четырем определениям), равным 13,3 м/сут.

Конкретные данные, характеризующие процесс фильтрационных испытаний, представлены в таблице.

В итоге, водопроницаемость ТБО, складываемых в сравнительно невысоких отвалах, в которых по прошествии многих лет прекратились активные биогенные процессы можно характеризовать коэффициентами фильтрации  $k = A \times 10^{-2}$  см/с (то есть порядка десятка метров в сутки).  $A$  – масштаб расстояния инфильтрации в отвал осадков, принимает значения приведенные в таблице.

Водопроницаемость материалов ТБО, складываемых в настоящее время в отвалах высотой более 10 метров, под действием уплотняющего,

геостатического давления, интенсивно снижается с глубиной. В нижних слоях отвала, где это давление превышает 0,1 МПа, коэффициенты фильтрации материала могут уменьшаться до значений  $k = A \times 10^{-6} \dots A \times 10^{-4}$  см/с. Кроме геостатического уплотнения определенное влияние на снижение водопроницаемости материала может оказывать кольматаж его порового пространства газом метаном, образующимся в процессе биогенного разложения органики.

Таблица

Данные фильтрационных испытаний образца, отобранного на Южной свалке (г. Санкт-Петербург)

Время начала опыта t, час	Действующий напор H, см	Градиент напора i	Измеренный расход фильтрации Q, см <sup>3</sup> /с	Скорость фильтрации v, см/с	Коэффициент фильтрации k	
					см/с	м/сут
1-ый этап ( $\sigma = 0,01$ МПа, $\rho_{дн} = 0,7$ г/см <sup>3</sup> )						
0,25	56,2	1,87	3,9	0,028	$1,5 \cdot 10^{-2}$	13,0
7,0	50,2	1,67	4,5	0,032	$1,9 \cdot 10^{-2}$	16,6
24,5	55,3	1,84	3,75	0,027	$1,5 \cdot 10^{-2}$	12,6
50,0	55,3	1,84	3,27	0,023	$1,2 \cdot 10^{-2}$	10,8
Среднее значение $k_c = 13,3$						
2-ый этап ( $\sigma = 0,1$ МПа, $\rho_{дн} = 0,92$ г/см <sup>3</sup> )						
3,0	55,8	1,86	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$8,6 \cdot 10^{-6}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$
21,0	93,8	3,12	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$9,5 \cdot 10^{-3}$
127,0	92,8	3,08	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$	$8,7 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
244,5	94,0	3,13	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$	$6,7 \cdot 10^{-3}$
336,0	94,0	3,13	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Среднее значение $k_c = 7,1 \cdot 10^{-3}$						

А так как на объемы образующего фильтрата существенное влияние оказывает плотность складированных ТБО, то уплотнением отходов на свалке можно снизить фильтруемость и уменьшить количество фильтрата. В свою очередь, состав и свойства фильтрата, которые связаны с объемами его образования и изменяются в широком диапазоне не только по каждой свалке, но и по сезонам года на одной и той же свалке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бартоломей А.А., Брандл Х., Пономарев А.Б. Основы проектирования и строительства хранилищ отходов. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 144 с.



УДК 628.5

**ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ В ПОДЗЕМНОЙ ВОДЕ И ПОЧВОГРУНТАХ В  
РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ТБО**

Канд. техн. наук Ж.М. Жаппарова

*В статье показано распределение тяжелых металлов в почвогрунтах и подземной воде в районе расположения полигона твердых бытовых отходов (ТБО). Изучена динамика распределения и миграция загрязняющих веществ в почвогрунтах и воде.*

Площади, занимаемые полигонами захоронения ТБО, представляют собой значительные территории, которые в дальнейшем становятся непригодными для использования. К основным проблемам, связанным с захоронением ТБО относятся: а) вымывание веществ, загрязняющих почвогрунты и подземные воды; б) образование метана; в) просадка грунта. Наиболее серьезной из перечисленных проблем является вымывание веществ, загрязнение почвогрунтов и подземных вод. Вода, просачиваясь через отходы, образует особенно ядовитый фильтрат, в котором наряду с остатками разлагающейся органики присутствует железо, ртуть, свинец, цинк и другие металлы из ржавых консервных банок, негодных батареек и электроприборов, а также красители, пестициды, моющие средства и другие химикаты. Этот ядовитый раствор ухудшает состояние почвогрунтов, далее поступает в водоносные горизонты, и оттуда вредные вещества могут попасть в питьевые воды.

Целью данной работы явилось изучение содержания и миграции тяжелых металлов в почвогрунтах и подземных водах в районе расположения Карасайского полигона захоронения ТБО. Были проведены исследования в течение ряда лет, отобраны пробы воды из наблюдательной скважины, фильтрационной воды в пруде-накопителе, а также почвогрунтов.

Полигон расположен в Карасайском районе Алматинской области на 34 км от г. Алматы, в 2,3 км севернее автомобильной дороги Алматы – Бишкек, в 3 км западнее поселка «Айтей». Это специальное сооружение, предназначенное для централизованного складирования (изоляции) ТБО г. Алматы. Полигон представляет собой естественный V-образный лог с крутыми бортами. Ширина и глубина лога уменьшаются к северу от

340...350 до 140...150 м и от 90...95 м до 35...40 м соответственно. Рельеф участка сильно изрезан, поверхность представляет собой сочетание логов, холмов и увалов с плоскими вершинами, наклонными на север. Прилегающая территория – степь. В нижней части лога, используемого как участок для складирования ТБО, возведены земляные плотины №1 и №2 с целью перехвата возможного фильтрата и отвода его в колодец, размещенный между указанными плотинами. За плотиной № 2 расположены скважины для наблюдения за состоянием грунтовых вод.

Климат рассматриваемого района резко-континентальный. Осадки за год составляют 509 мм, среднегодовое испарение равно 452,2 мм. Средняя многолетняя температура воздуха самого холодного месяца (января) равна минус 9,9 °С, средняя многолетняя температура воздуха самого жаркого месяца (июля) равна плюс 29,5 °С. Осадки, влага из тела полигона, а также жаркое лето способствует интенсивному растворению содержимого полигона ТБО и переходу загрязняющих веществ в водную фазу. Фильтрат, образующийся в результате данного процесса, представляет собой жидкость коричневого цвета в значительном объеме, которая собирается между плотинами, в образовавшемся пруде-накопителе. В современной литературе разработаны классификации полигонов по количеству отводимых сточных вод, например L. Chang подразделяет полигоны на три типа:

- 1) со свободной мощностью (ненасыщенные), где образованные сточные воды хранятся в теле полигона, а утечки из него незначительны;
- 2) с насыщенным телом полигона – с образованием значительного количества сточных вод, где весь объем фильтрата просачивается из тела полигона и должен быть отведен в места очистки и захоронения;
- 3) с перенасыщенным телом полигона – с интенсивным образованием сточных вод больших объемов с высокими концентрациями [15].

Следуя данной классификации, Карасайский полигон, захоронения ТБО можно отнести к 3 типу. На полигон ТБО принимаются твердые бытовые отходы от жилых массивов, общественных и коммерческих организаций, рынков, уличный смет. Современный морфологический состав твердых бытовых отходов для Алматы, России и развитых стран представлен в табл. 1. Как видно морфологический состав ТБО изучаемого полигона имеет близкий состав с полигонами России, отличием является повышенное содержание строительного мусора. Это связано с тем, что в настоящее время в г. Алматы и его окрестностях ведется интенсивное строительство, производится снос и замена ветхого домостроения.

Таблица 1

Морфологический состав ТБО, % [8, 14]

Компоненты ТБО	Развитые страны					Россия				РК
	США	Австрия	Швеция	Голландия	Великобритания	Москва	Владимир	Тольятти	Пермь	Алматы
Макулатура	39	21,9	44	-	24,7	30,4	22	27	25,1	27,6
Пищевые отходы	7	29,8	30	51,9	19	28,1	44	38	39,4	32,5
Металл	8	5,2	2	3,7	7	5,7	8	2,2	4,4	2,9
Стекло	6	7,8	8	5	9	4,4	9	5,3	15,9	4,3
Дерево	7	-	-	-	-	2,2	1	3	2,5	1,2
Пластмасса	9	9,8	7	8,1	10	5	5	6,3	5,85	8,3
Текстиль	-	-	-	-	-	3	5	3,3	4,25	2,4
Резина, кожа	-	-	-	-	-	1,8	-	1,6	1,55	0,7
Строительный мусор	-	-	-	-	-	3,4	1	0,9	6,7	10,8
Прочие	24	25,5	9	6,6	18	16	5	12,1	24,3	8,6

На рис. 1 представлена ситуационная схема полигона ТБО. Стрелками на карте обозначены платины, которые должны предотвращать попадание фильтрата в воду наблюдательных скважин. Под воздействием осадков и талых вод произошло частичное разрушение дамб, и фильтрационные воды стекают в место расположения наблюдательных скважин.

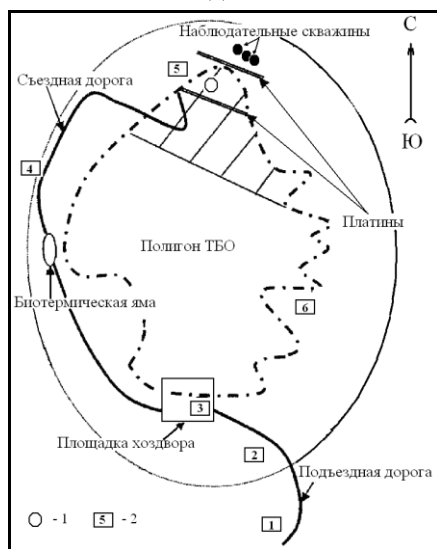


Рис. 1. Ситуационная схема Карасайского полигона ТБО. 1 – точки взятия контрольных проб воды; 2 – точки взятия контрольных проб почвы.



Для изучения степени загрязнения объектов окружающей среды были отобраны пробы почвогрунтов, а также пробы воды в наблюдательной скважине и фильтрационной воды полигона в пруде-накопителе. При анализе применялись методики, внесенные в реестр Республики Казахстан [6, 13]. Определение тяжелых металлов проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре «АAnalyst 400» фирмы PerkinElmer (США). Проводить анализ воды по всем параметрам не всегда представлялось возможным, причиной тому явилось сложность матрицы, затрудняющей анализ на какой-либо параметр или малый объем отобранного образца. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в воде исследуемых объектов, мг/дм<sup>3</sup>

Дата отбора проб	Тяжелые металлы								
	As	Hg	Cr	Mn	Cu	Zn	Ni	Cd	Pb
ПДК	0,05	0,0005	0,05	0,1	1,0	1,0	0,1	0,001	0,03
Пруд накопитель									
25.06.07	0,00614	<0,00002	1,994	0,0536	0,876	0,5065	0,226	<0,0008	0,135
30.09.06 2003	32	1,8	1,2	0,21	0,61	0,93	0,45	3	0,049
	<0,001	<0,001			1,72	1,5		<0,05	0,60
Скважина									
30.09.06 2003	46	0,3	0,21	3,17	0,22	0,87	0,18	1,1	0,079
	<0,001	<0,001			0,08	0,1		<0,05	0,40

Как следует из таблицы, подземные воды наблюдательной скважины имеют значительное содержание загрязняющих веществ, наблюдается тенденция к росту загрязнения. По некоторым показателям наблюдается превышение ПДК для воды культурно-бытового водопользования. Наблюдается четкая взаимосвязь между содержанием загрязняющих веществ в фильтрационной воде полигона и в воде наблюдательной скважины.

Отбор проб почвогрунтов проводился в 6 точках на двух глубинах 0...5, 5...20 см методом конверта, с проведением дополнительных четырех прикопок вокруг каждой точки. Размер пробной площадки составлял 10×10 м [1-3, 5].

Для большей информативности были заложены две фоновые точки, которые характеризуют прилегающую к полигону территорию и обозначены на ситуационной схеме точка 1 и точка 6 [4, 7, 9-12].

На рис. 1 указаны точки отбора проб почвогрунтов. Точки выбирались по следующим направлениям:

т. 1 – (фон 1) 1000 м на юг от центрального въезда;

- т. 2 – поезда́ная доро́га 200 м на ю́г от центрального въезда;
- т. 3 – пло́щадка хоздво́ра 45 м на ю́г от скла́да запча́стей;
- т. 4 – 1200 м от хоздво́ра по объе́здной доро́ге;
- т. 5 – 30 м на се́веро-запа́д от 2 плоти́ны;
- т. 6 – (фон 2) 3000 м на запа́д от центрального въезда и 270 м от доро́ги Алма́ты – Бишке́к.

Основными критериями оценки степени загрязнения почвогрунтов были ПДК и концентрации загрязняющих веществ в фоновые точки. Ниже на рис. 2 и 3 показано содержание тяжелых металлов на исследуемом участке и их распределение на разных глубинах.

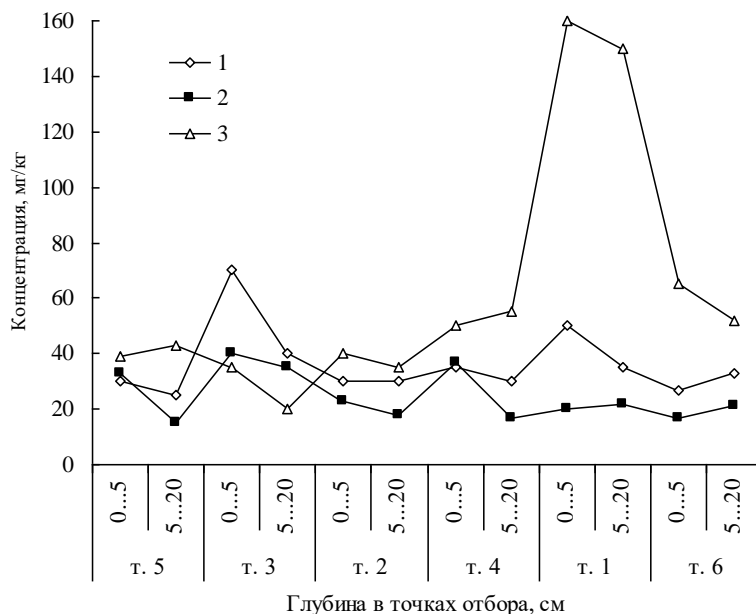


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в почвогрунтах на Карасайском полигоне ТБО. 1 – Pb, 2 – Cu, 3 – Zn.

По результатам исследований было выявлено, что превышение ПДК тяжелых металлов в почве наблюдается практически на всей исследуемой территории. Так, содержание меди выше ПДК в 3...13 раз, цинка в 1,5...6,5 раз, молибдена в 75 раз, олова более чем в 100 раз, свинца в 1,1...2,2 раза. Содержания кадмия находится практически на одном уровне, превышение ПДК не наблюдается. Концентрация олова выше на поверхности почвогрунтов и наполовину ниже на глубине 5...20 см, причем эта тенденция наблюдается на всех точках отбора, за исключением фоновой точки 6. Высокие концентрации олова отмечены вблизи дорог,

возможно, имеет место загрязнение автомобильным транспортом. Наибольшее количество свинца выявлено на поверхности почвенного покрова на территории площадки хоздвора, что является следствием хозяйственной деятельности. Высокие концентрации цинка наблюдаются в точке 1, что очевидно связано с локальным загрязнением. Достаточно высокая загрязненность «фоновых» точек свидетельствует о значительном влиянии полигона захоронения ТБО на исследуемую территорию.

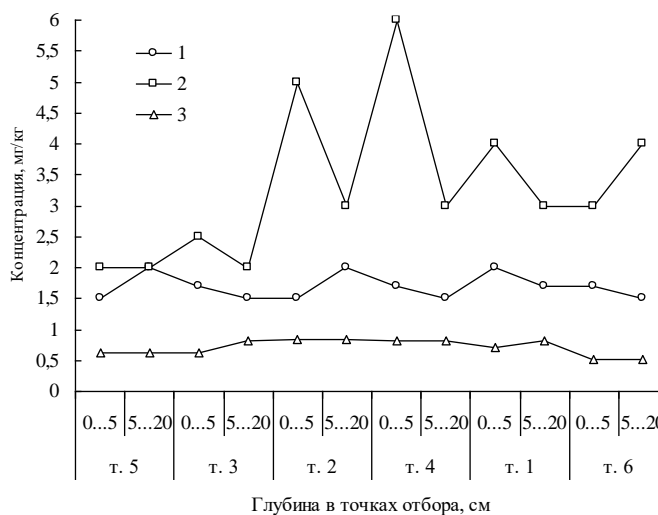


Рис. 3. Содержание тяжелых металлов в почвогрунтах на Карасайском полигоне ТБО. 1 – Mo, 2 – Sn, 3 – Cd.

Особенность тяжелых металлов к накоплению, приводит к постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и живых организмов. Изучение состава фильтрационной воды полигона захоронения ТБО позволяет получить данные для подбора метода очистки, что является актуальным, учитывая объемы образующегося фильтрата. Изменение количества загрязняющих веществ в воде наблюдательной скважины в районе расположения полигона позволяет сделать вывод о том, что фильтрационные воды, проникая через почву, увеличивают степень загрязнения подземных вод, а полигон оказывает серьезное влияние на окружающую природную среду.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.2.2.01-81 (СТ СЭВ 4470-84). Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. – М.: Издательство стандартов, 1981.– 7 с.

2. ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82) .Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.– М.: Издательство стандартов, 1983.– 8 с.
3. ГОСТ 17.4.3.03-85.Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. – М.: Издательство стандартов,1985.– 9 с.
4. ГОСТ 17.4.3.06-86 (СТ СЭВ 5101-85). Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ. – М.: Издательство стандартов,1986.– 9 с.
5. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почва. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. – М.: Издательство стандартов,1984.– 7 с.
6. 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.
7. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами №4266-87. Утв. МЗ СССР 13.03.87. – М.: Минприроды РФ, 1987.– 17 с.
8. Нуркеев С.С., Утегулов Н.И., Кезембаева Г.Б., Нурмакова С.М., Усербаева А. Разработка норм накопления твердых бытовых отходов в г. Алматы. – Алматы.: 2006. – 125 с.
9. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах: ГН 2.1.7.020-94 (Дополнение №1 к перечню ПДК и ОДК №6229-91). Утв. ГКСЭН РФ 27.12.94. – М.: Минприроды РФ, 1994.– 35 с.
10. Оценка степени загрязнения почв химическими веществами. – Ч.1. Тяжелые металлы и пестициды. – М.: Минприроды РФ, 1982. – 40 с.
11. Оценочные показатели санитарного состояния почв населенных мест N 1739-77. Утв. МЗ СССР 7.07.77. – М.: Минприроды РФ, 1988.– 20 с.
12. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве №6229-91. Утв. МЗ СССР 19.11.91. М.: Минприроды РФ, 1991.–38 с.
13. РД 52.18.191-89 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. / Под ред. А.Ф. Ковалева – М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, 1990. – 29 с.

14. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Твердые бытовые отходы. – М.: Акад. коммун. хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2001. – 319 с.
15. Chang L. Ausleitung von einstufigen Belebungsanlagen zur Stickstoffelimination bei Sickerwassern aus Siedlungsabfalldeponien. Institut für Siedlungswasserwirtschaft. Technische Universität Braunschweig. Heft 62 – Braunschweig – 1998.

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

**ҚАТТЫ ТҰРМЫС ҚАЛДЫҚТАР ПОЛИГОН АУМАҒЫНДАҒЫ  
ЖЕР ТОПЫРАҒЫ МЕН СУЫНДА АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ  
МӨЛШЕРІМЕН ОЛАРДЫҢ ЖЫЛЖУЫ**

Техн. ғылымд. канд.      Ж.М. Жаппарова

*Бұл мақалада қатты тұрмыс қалдықтар полигон аумағындағы жер топырағы мен суы зерттеліп, әр түрлі тереңдікте ауыр металдардың мөлшері белгіленіп, металдардың жылжуы көрсетілген, ШРК артықшылығы бар екені анықталған.*

УДК 502.16 (075)

**ИЗУЧЕНИЕ КОАГУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ НОВОГО  
НЕОРГАНИЧЕСКОГО КОАГУЛЯНТА**

Канд. техн. наук	У.Ш. Мусина
Доктор техн. наук	С.С. Нуркеев
	Л.С. Курбанова
	Г.Б. Жаркимбаева
	Г.Р. Ахмедова

*Приведены результаты исследований по очистке сточных вод с использованием нового коагулянта – сульфатного смешанного алюмо-железо-кремниевого из краснооктябрьских бокситов. Определен дисперсионный состав взвешенных веществ в сточных водах, оптимальная доза коагулянта для исследования коагулирующих свойств и кинетики осветления хозяйственно бытовых и промышленных сточных вод.*

Одной из основных технологических операций при очистке сточных и природных вод от взвешенных веществ является разделение жидкой и твердой фаз. Возникающие при этом затруднения связаны с малым размером частиц и высокой устойчивостью системы. Интенсифицировать этот процесс возможно за счет укрупнения частиц в агрегаты под воздействием коагулянтов и флокулянтов.

В настоящее время в качестве эффективного коагулянта применяется преимущественно сернокислый алюминий, реже сульфаты железа и смешанные алюможелезистые коагулянты, в качестве флокулянтов чаще используется полиакриламид (ПАА).

Одним из вариантов получения эффективного коагулянта, обладающего хорошими коагулирующими свойствами в широком диапазоне pH – сульфатного смешанного алюмо-железисто-кремниевого коагулянта (ССАЖКК) – является разложение боксита серной кислотой с максимальным извлечением алюминия, железа и кремния.

Краснооктябрьский боксит химического состава, %:  $Al_2O_3$  – 42,89;  $Fe_2O_3$  – 5,40;  $FeO$  – 2,12;  $SiO_2$  – 24,73;  $CaO$  – 1,54;  $MgO$  – 0,60;  $TiO_2$  – 1,48;  $CO_2$  – 16,15 и потери при прокаливании – 5,09.

Как показали расчеты и экспериментальные исследования, максимальное извлечение алюминия, железа и кремния будет происходить при

температурах 110...130 °С, продолжительности экспозиции 30...50 минут, концентрации серной кислоты 60 %, дозировке кислоты – 95 % от стехиометрии; Ж:Т = 1,5:1...2:1 [1].

Для исследования коагулирующих свойств нового коагулянта-флокулянта была отобрана проба, химический состав которой приведен в таблице 1 в сравнении с регламентируемыми ГОСТом чистыми солями.

Таблица 1

Технические характеристики коагулянта-флокулянта ССАЖКК

Определяемый показатель	Содержание, %	Содержание показателей для товарных продуктов, %	
		алюминий сернокислый технический неочищенный ГОСТ 5155-74	сульфат железа (III) ВТУ МХП 3876-53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,13	9,5	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,65	0,5	20
FeO	1,3	-	1,5
SiO <sub>2</sub>	7,7	-	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (свободная)	0,83	2,0	0,7
Нерастворимый осадок	7,1	2,2	1,0

Как следует из данных таблицы 1, содержание свободной кислоты и нерастворимого осадка в исследуемой пробе коагулянта превышает показатели, регламентируемые ГОСТом для солей железа и алюминия, используемых в водоподготовке.

По данным спектрального полуколичественного анализа содержание микрокомпонентов в коагулянте ССАЖКК находится на уровне фоновых значений (табл. 2).

Таблица 2

Спектральный анализ исследуемой пробы ССАЖКК

Элемент	N	Co	Mo	Ni	Pb	Se	Ti	Zn
Содержание, %	0,0045	0,031	0,00051	0,011	0,00081	0,001	0,4	0,01
Элемент	Cu	Cr	Cd	As	Sb	Te	U	Th
Содержание, %	0,0005	0,0008	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0002	0,0002

Суммарная α-активность пробы ССАЖКК по данным радиохимического анализа  $6,51 \cdot 10^{-12}$  Ки/г. Продукт не радиоактивен.

Коагулирующие свойства ССАЖКК оценивались на основе сравнительных испытаний очистки сточных вод с использованием стандартных коа-

гулянтов: сернокислого алюминия ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  ГОСТ 5155-74), сульфата железа ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ГОСТ 6981-75) и хлорида железа ( $\text{FeCl}_3$  ГОСТ 11159-65) по способности реагента:

- ускорять процесс механического осветления сточных вод;
- попутно удалять из очищаемой воды вредные катионы и анионы.

Исследовалось три типа сточных вод:

- 1) промышленная сточная вода химического производства (проба 1);
- 2) сточная вода после очистных сооружений (проба 2);
- 3) хозяйственно-бытовая сточная вода, содержащая в своем составе помимо взвешенных веществ и органики также тяжелые металлы (проба 3).

Осветляемость сточных вод определялась *методом отстаивания*. В результате исследований в пробах на протяжении всего процесса отстаивания отсутствовала четкая граница раздела осветленного слоя воды и осадка. О скорости осветления (осаждаемости взвесей) судили по изменению во времени концентрации взвешенных веществ в верхнем слое воды. Для проведения процесса осветления экспериментальным путем подбиралась оптимальная доза коагулянта. Исследуемой водой заполняли цилиндры емкостью 0,25 л и добавляли различные количества реагентов-коагулянтов с концентрацией растворов – 1 % по техническому веществу.

В течение первых 15...20 мин с быстрым перемешиванием смешивали воду с коагулянтом, в течение последующих 3...5 мин проба перемешивалась медленно. Через 30 мин после контакта коагулянта с водой отбирали пробу с верхнего слоя воды на глубине 100 мм и определяли концентрацию взвешенных веществ. Оптимальной считалась доза коагулянта, при которой содержание взвешенных веществ в верхнем слое исследуемой воды после 30 минутного отстаивания было минимальным.

Важную роль в технологии обработки вод играет не только суммарное количество взвешенных веществ, но и их дисперсионный состав.

Результаты исследования дисперсионного состава взвешенных веществ в промышленных сточных водах сведены в таблице 3.

По распределению частиц по классам крупности можно судить о способности сточных вод к самоосветлению.

В таблице 4 и на рисунках 1-3 представлены результаты кинетики осветления промышленной сточной воды без очистки, промышленной – после очистных сооружений и хозяйственной сточной воды без введения коагулянта.



Таблица 3

## Дисперсионный состав взвешенных веществ

Взвешенные вещества	Размер частиц, мкм	Гидравлическая крупность, мм/с	Время осаждения, ч.	Выход частиц, %		
				проба 1	проба 2	проба 3
Мелкий ил	10...7	0,056	10...30	48,3	40,14	55,16
	7...5	0,028	1	8,65	28,66	39,17
	5...4	0,014	2	0,98	3,71	0,75
	4...3	0,009	3	0,98	7,12	0,52
Крупная глина	3...2	0,007	4	0,98	7,12	1,36
	2...1	0,006	5	0,98	0,63	1,36
Мелкая глина	1,0...0,5	0,001	24	3,27	3,07	1,36
	0,5...0,1	0,0007	40	36,76	9,55	0,32
ИТОГО				100,00	100,00	100,00

Таблица 4

## Кинетика осветления сточной воды без коагулянта

Проба	Осаждаемость взвесей (%) за различное время отстаивания (ч)						
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	24
1	40,36	68,25	73,45	78,96	79,57	81,61	83,19
2	50,2	57,86	58,62	58,62	58,62	58,62	62,53
3	56,4	94,46	95,23	95,68	96,99	96,99	97,00

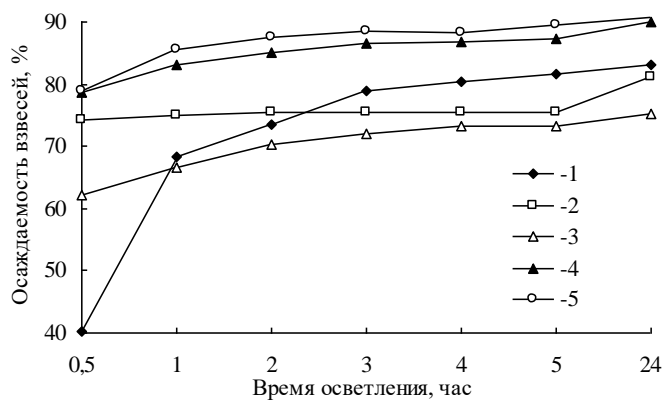


Рис. 1 – Осаждаемость взвесей промышленной сточной воды от времени ее отстаивания (проба 1). 1 – самоосветление стоков, 2 –  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 3 –  $\text{FeCl}_3$ , 4 – ССАЖКК, 5 –  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ .

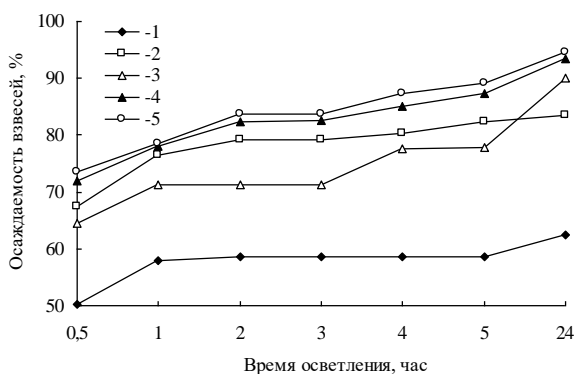


Рис. 2 – Осаждаемость взвесей промышленной сточной воды после очистных сооружений от времени ее отстаивания (проба 2). Обозначения см. рис.1.

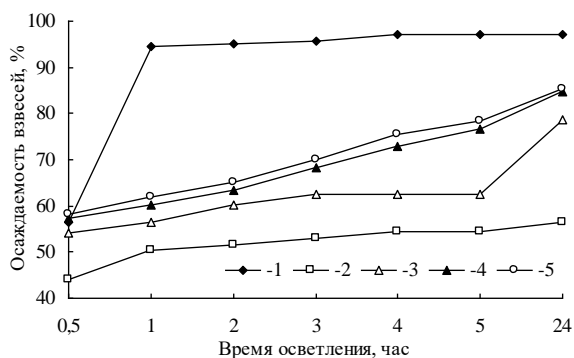


Рис. 3 – Осаждаемость взвесей хозяйственной сточной воды от времени ее отстаивания (проба 3). Обозначения см. рис.1.

Проба 1 (промышленная сточная вода химического производства) содержит, в большинстве своем, взвешенные частицы крупностью 10...5 мкм. За 3 часа осветление воды происходит на 78,9...81 %. Через 24 часа пробы осветляются на 84...97 % (рис. 1).

Проба 2 (сточная вода после очистных сооружений), представленная на 57,86 % частицами крупностью 10...5 мкм и на 36,76 % частицами крупностью 0,5 мкм, осветляется за первые 30 минут на 50,2 %, после чего происходит снижение скорости осветления (рис. 2) и за 24 часа отстаивания осаждение взвесей происходит на 62,53 %.

На рисунке 3 показано, что хозяйственная сточная вода (проба 3) имеет взвешенные вещества на 94,46 %, представленные частицами крупностью от 5 мкм и выше. Стоки осветляются практически за 1 час до 94,46 %. Осветление воды за 24 часа составляет 97,0 %.



Таблица 5

Концентрация взвешенных веществ в воде при различных дозах коагулянтов (время отстаивания 30 мин)

Проба	рН среды	Первоначальная концентрация взвешенных вредных веществ в воде, мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация взвешенных веществ при расходе реагентов, мг/дм <sup>3</sup>																							
			FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O						FeCl <sub>3</sub>						ССАЖКК						Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O					
			5	10	15	20	30	40	5	10	15	20	30	40	5	10	15	20	30	40	5	10	15	20	30	40
1	8,67	315,6	94	93	87	89	89	87	62	58	55	56	54	49	80	68	63	57	58	57	89	77	76	61	59	57
2	7,21	106,8	51	42	35	37	46	67	58	60	61	57	57	40	53	52	52	54	55	50	66	66	61	52	44	45
3	7,53	78,6	48	58	60	68	90	106	5,1	4,6	4,3	4,6	4,7	4,5	5,0	3,9	3,5	3,2	2,3	2,2	3,7	3,4	3,2	3,0	2,4	1,93

Таблица 6

## Химический состав сточных вод

Проба	Коагулянт и его расход, мг/дм <sup>3</sup>	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Катионы мг/дм <sup>3</sup> , мг·экв/л			Анионы мг/дм <sup>3</sup> , мг·экв/л				Общая жесткость, мг·экв/л	Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	Вредные вещества, мг/дм <sup>3</sup>						
				Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sup>2-</sup> <sub>4</sub>	CO <sup>2-</sup> <sub>3</sub>	HCO <sup>-</sup> <sub>4</sub>			Fe	Al	Cu	Mo	Pb	As	Zn
1	Исходная вода	315,6	8,67	$\frac{430}{18,7}$	$\frac{67}{3,5}$	$\frac{26}{2,1}$	$\frac{276}{7,7}$	$\frac{96}{2,0}$	-	$\frac{892}{14,3}$	5,5	1092	0,10	0,022	0,20	0,021	0,04	0,010	0,002
	ССАЖКК 20 мг/л	57	7,52	$\frac{457}{19,8}$	$\frac{72}{3,6}$	$\frac{23}{2,0}$	$\frac{290}{8,0}$	$\frac{120}{2,5}$	$\frac{65}{1,1}$	$\frac{836}{13,7}$	5,6	1145	0,32	0,32	0,01	0,020	-	0,008	0,002
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O 30 мг/л	59	7,47	$\frac{445}{19,2}$	$\frac{64}{3,2}$	$\frac{23}{2,0}$	$\frac{273}{7,7}$	$\frac{140}{3,0}$	$\frac{82}{1,2}$	$\frac{759}{12,5}$	5,2	1070	0,13	0,60	0,011	0,021	-	-	0,002
2	Исходная вода	106,8	7,21	$\frac{167}{7,1}$	$\frac{64}{3,2}$	$\frac{16}{1,5}$	$\frac{269}{7,5}$	$\frac{117}{2,5}$	-	$\frac{110}{1,8}$	4,5	976	0,040	0,04	0,052	0,012	0,083	0,094	0,006
	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 5 мг/л	51,0	7,30	$\frac{158}{6,8}$	$\frac{63}{3,2}$	$\frac{23}{1,8}$	$\frac{271}{7,5}$	$\frac{123}{2,5}$	-	$\frac{110}{1,7}$	5,2	1025	0,11	0,02	0,033	0,020	-	0,08	0,07
	FeCl <sub>3</sub> 40 мг/л	40,0	7,15	$\frac{158}{6,8}$	$\frac{61}{3,1}$	$\frac{23}{1,8}$	$\frac{280}{7,9}$	$\frac{127}{2,6}$	-	$\frac{78}{1,2}$	5,1	1006	0,006	0,04	0,034	0,005	-	0,08	0,06
	ССАЖКК 20 мг/л	53,0	7,30	$\frac{157}{6,8}$	$\frac{64}{3,2}$	$\frac{21}{1,7}$	$\frac{272}{7,7}$	$\frac{129}{2,7}$	-	$\frac{92}{1,5}$	5,0	1015	0,006	0,03	0,025	0,010	-	-	0,06
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O 30 мг/л	44,0	7,30	$\frac{156}{6,8}$	$\frac{65}{3,2}$	$\frac{22}{1,8}$	$\frac{270}{7,6}$	$\frac{129}{2,7}$	-	$\frac{92}{1,5}$	5,0	1012	0,004	0,06	0,031	0,002	-	0,098	0,05
3	Исходная вода	78,6	7,53	$\frac{408}{17,9}$	$\frac{65}{3,2}$	$\frac{32}{2,6}$	$\frac{407}{11,4}$	$\frac{311}{6,6}$	-	$\frac{340}{5,4}$	5,6	1386	0,02	0,035	0,01	-	0,031	0,083	-
	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 5 мг/л	48	7,75	$\frac{397}{17,1}$	$\frac{65}{3,3}$	$\frac{39}{3,0}$	$\frac{410}{11,4}$	$\frac{320}{6,6}$	-	$\frac{327}{5,1}$	6,2	1393	0,018	0,039	0,01	-	-	-	-

Проба	Коагулянт и его расход, мг/дм <sup>3</sup>	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>		Катионы мг/дм <sup>3</sup> , мг·экв/л			Анионы мг/дм <sup>3</sup> , мг·экв/л				Общая жесткость, мг·экв/л	Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	Вредные вещества, мг/дм <sup>3</sup>							
				pH	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sup>2-</sup> <sub>4</sub>	CO <sup>2-</sup> <sub>3</sub>			HCO <sup>-</sup> <sub>4</sub>	Fe	Al	Cu	Mo	Pb	As	Zn
	FeCl <sub>3</sub> 40 мг/л	4,3	7,59	<u>395</u> 17,1	<u>64</u> 3,2	<u>38</u> 3,2	<u>413</u> 11,6	<u>306</u> 6,5	-	<u>342</u> 5,6	6,2	1389	-	0,05	0,01	-	0,010	0,020	-	
	ССАЖКК 20 мг/л	3,2	7,61	<u>418</u> 18,3	<u>66</u> 3,4	<u>39</u> 3,2	<u>425</u> 12,0	<u>341</u> 7,1	-	<u>352</u> 5,7	6,5	1316	-	0,21	0,01	-	-	0,09	-	
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O 30 мг/л	2,4	7,52	<u>403</u> 17,3	<u>66</u> 3,4	<u>39</u> 3,3	<u>414</u> 11,7	<u>328</u> 6,9	-	<u>352</u> 5,7	6,5	1371	-	-	0,01	-	0,007	0,067	-	



Как видно в табл. 5, по мере увеличения дозировки коагулянта в сточные воды (пробы 1, 2, 3) остаточные концентрации взвешанных частиц заметно снижаются. Коагулянт ССАЖКК работает лучше  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{FeCl}_3$  и не уступает лучшему из всех коагулянтов – сульфату алюминия  $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ .

В табл. 6 представлены результаты химического анализа сточных вод до и после коагуляции различными коагулянтами. По результатам химического анализа сточных вод видно, что применение ССАЖКК не только осветляет воду от взвесей, но так же снижает общую минерализацию, карбонатную жесткость, натрий-калиевое засоление. Для ускорения осаждаемости взвесей, химической очистки воды от примесей (Zn, As, Pb, Cu, Sb и др.) использовались неорганические коагулянты: сульфат алюминия, сульфат железа, хлорное железо, ССАЖКК.

Выбор оптимальной дозы коагулянтов проводился с учетом концентрации взвешенных веществ в сточных водах и приведен в таблице 7.

Таблица 7

Сравнительный расход коагулянтов

Коагулянт	Расход коагулянта при содержании взвешенных веществ в воде от 10...100 мг/дм <sup>3</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Расход коагулянта при содержании взвешенных веществ в воде от 100...600 мг/дм <sup>3</sup> , мг/дм <sup>3</sup>
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	10...15
$\text{FeCl}_3$	10...15	30...40
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5...10	10...15
ССАЖКК	10...15	30...40

В таблице 8 приведена оптимальная доза коагулянтов для проб сточных вод.

Таблица 8

Оптимальные расходы коагулянтов для очистки сточных вод

Проба	Расход коагулянтов, мг/дм <sup>3</sup>			
	$\text{Fe SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeCl}_3$	ССАЖКК	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
1	15	40	40	40
2	5	40	20	30
3	15	15	30	30

Анализ полученных данных показывает, что коагулянт ССАЖКК, при правильно подобранной дозе, не уступает по коагулирующим свойствам сульфату алюминия.

Исследование кинетики осветления сточных вод при использовании коагулянтов. Для определения скорости осветления исследуемых сточных вод с коагулянтами использовали стандартный метод. Данные по осаждаемости



взвесей при подаче коагулянтов сведены в таблицу 9. Наиболее четко коагулирующая способность ССАЖКК проявляется при осветлении вод, содержащих трудноосветляемые взвеси с крупностью частиц 3...1 мкм (проба 2). Для взвесей, содержащих частицы крупностью 10...3 мкм, ССАЖКК значительно ускоряет процесс механического осветления (проба 1).

Данные анализов по химической очистке сточных вод приведены в таблице 9. Для хозяйственной сточной воды (проба 3), имеющей высокую скорость самоосветления, ССАЖКК применялся с целью химической очистки воды.

Таблица 9

Данные по осаждаемости взвесей в сточных водах в зависимости от вида применяемого коагулянта

Проба	Время осветления, час.	Осаждаемость без коагулянта	Реагент			
			FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	FeCl <sub>3</sub>	ССАЖКК	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O
1	0,5	40,36	74,18	61,20	78,56	78,8
	1,0	68,25	74,90	66,50	83,11	85,61
	2,0	73,45	75,40	70,40	85,10	87,61
	3,0	78,96	75,40	72,00	86,50	88,60
	4,0	79,57	7,40	73,24	86,8	88,20
	5,0	80,61	75,40	73,24	87,24	89,57
	24,0	83,19	81,20	75,36	90,00	90,64
	рН среды		8,67	7,42	7,53	7,52
2	0,5	50,20	67,40	64,52	74,60	71,84
	1,0	57,86	8,30	71,31	78,50	73,51
	2,0	58,62	79,10	71,31	82,30	75,86
	3,0	58,62	79,10	71,32	83,60	82,50
	4,0	58,62	80,40	77,59	86,90	87,34
	5,0	58,62	82,36	77,91	88,40	89,20
	24,0	62,53	85,42	93,00	94,60	93,60
	рН среды		7,21	7,30	7,15	7,30
3	0,5	50,20	44,01	54,10	58,91	58,30
	1,0	94,46	50,28	56,50	61,30	61,82
	2,0	92,23	51,67	60,10	63,40	65,23
	3,0	95,68	53,10	62,40	63,40	70,10
	4,0	96,99	54,30	62,40	70,00	75,50
	5,0	96,99	54,30	62,40	77,80	77,40
	24,0	97,00	56,54	78,60	84,60	85,20
	рН среды		7,53	7,75	7,59	7,61

Из данных таблицы 9 следует, что в пробах 1 и 3 после применения ССАЖКК произошла очистка воды от примесей Zn, Cu, As, Pb, превышавших ПДК. Следует отметить, что для предотвращения накопления ионов железа и алюминия в очищаемых водах необходима корректировка оптимума дозы коагулянта.

Таким образом, ССАЖКК обладает коагулирующими способностями, работает при осветлении сточных вод, значительно ускоряя процесс осветления и не уступая по качеству очистки товарным коагулянтам (сульфату алюминия, хлорному железу).

Коагулянт обладает способностью умягчать воду, снижать карбонатную жесткость, натрий-калиевое засоление. Одновременно прослеживается способность реагента к химической очистке воды от тяжелых и вредных элементов. Следует продолжить работы по исследованию адсорбционных свойств коагулянта с учетом влияния pH среды на процесс очистки сточных вод.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мусина У.Ш., Нуркеев С.С., Курбанова Л.С. Исследование процесса получения коагулянта-флокулянта выщелачиванием бокситов серной кислотой с использованием метода планирования многофакторного эксперимента. // Вестник КазНТУ. – Алматы, 2007. – С. 24-27.

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

#### **ЖАҢА БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ КОАГУЛЯНТТЫҢ КОАГУЛЯЦИАЛАУ ҚАСИЕТІН ОҚЫП ҮЙРЕНУ**

Техн. ғылымд. канд.	Ү.Ш. Мусина
Техн. ғылымд. докторы	С.С. Нуркеев
	Л.С. Құрбанова
	Г.Б. Жаркимбаева
	Г.Р. Ахмедова

*Жаңа коагулянтпен – краснооктябрь бокситінен алынған аралас алюмо-темірлі-кремний коагулянтымен ақаба суды тазалауда жүргізілген зерттеулер нәтижесі келтірілген. Өндірістік және шаруашылық-тұрмыстық ақаба сулардың тазалану кинетикасын және коагуляциаланатын қасиетін зерттеу үшін коагулянттың оңтайлы мөлшерін, ақаба судағы жүзгін заттардың дисперсиялық құрамын анықтау.*

УДК 551.482(574)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДООХРАННОГО РАСХОДА ВОДЫ  
РЕК ЮЖНОГО КАЗАХАСТАНА**

Марс Т. Нарбаев

*Предлагается формула для определения природоохранного расхода воды для средних рек Южного Казахстана.*

Использование водных ресурсов рек Южного Казахстана в последние годы постепенно возрастает. До сегодняшних дней эти потребности удовлетворяются в основном без учета экологической устойчивости, особенно в нижней части рек, принося существенный урон окружающей среде. Таким образом, установление природоохранного расхода воды в бассейне рек является актуальным вопросом.

По данному направлению в СССР занимались такие ученые, как Гастило П.Д., Папруго В.И., Филиппович И.М., Фащевский Б.В. и многие другие. В Казахстане этой проблемой занимаются Турсунов А.А., Мальковский И.М., Достай Ж.Д., Заурбек А.К., Бурлибаев М.Ж., Нарбаев М.Т. и др.

В частности в работах [3, 4] предлагается методика определения минимального расчетного расхода, т.е. так называемого природоохранного расхода, оставляемого в реке. При этом допускается, что сама «река» является водопотребителем и участником водохозяйственного комплекса (ВХК). Предложенная методика апробирована на наиболее изученных малых реках Шу-Таласского водохозяйственного района (ВХР) [3, 4]. Однако вопросы учета экологических интересов средних и больших рек остались без внимания.

В связи с этим возникла необходимость проведения дополнительных исследований. Для этого выбраны наиболее изученные средние реки Южного Казахстана (таблица), где для каждой реки приведены среднемесячные и среднегодовые расходы воды за многолетний период. Для расчета минимального среднемесячного расхода воды за многолетний период ( $\bar{Q}_{\min}$ ), сроки сезонов назначаются едиными для всех лет ряда, с округлением их до целого месяца. Как и для малых рек, продолжительность маловодного сезона определяется в зимние месяцы (декабрь, январь, февраль). Затем подсчитываются минимальные среднемесячные расходы воды за многолетний период ( $\bar{Q}_{\min}$ ) для всех рассматриваемых рек (табл.).



Расчеты по установлению зависимости между нормами годового стока и средними минимальными расходами воды для наиболее изученных рек Южного Казахстана

Река – пункт	Период наблюдений	КШульга	Q <sub>0</sub> , м <sup>3</sup> /с	Среднемесячный расход воды за период наблюдений												$\bar{Q}_{\min}$
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Талас – с. Кировское	1925...1974	1,11	32,6	23,9	22,8	21,9	18,3	30,3	57,9	63,2	46,4	28,8	25,9	27,9	26,2	24,30
Талгар – г. Талгар	1928...1964	1,93	10,5	4,40	4,02	3,83	4,52	8,78	16,3	23,9	25,8	15,0	8,48	6,27	5,16	4,53
Баскан – с. Новопокровка	1927...1964	1,37	10,5	3,86	3,90	4,42	6,10	12,0	20,2	24,3	22,5	11,8	7,04	5,60	4,37	4,04
Усек – в 1,7 км выше впадения р. Мал. Усек	1913...1964	1,31	11,4	2,51	2,25	2,19	3,42	14,5	34,3	35,7	25,1	10,5	5,19	3,60	2,91	2,56
Караой – г. Текели	1940...1964	1,29	12,0	3,00	2,78	3,16	7,03	15,0	29,8	34,8	26,4	10,0	5,16	4,04	3,32	3,03
Аксу – с. Абакумовка	1929...1964	1,11	11,7	4,38	3,99	4,91	8,21	17,3	23,1	26,6	22,0	10,7	7,10	5,83	4,81	4,39
Шарын – ур. Сарылтагай	1928...1964	0,54	36,0	17,8	18,7	24,8	49,5	71,6	63,3	45,8	36,3	31,2	29,2	24,2	19,4	18,63
Чиже – г. Текели	1929...1964	0,53	11,8	3,49	3,34	4,19	12,9	28,0	33,1	22,2	12,3	7,01	5,91	4,71	4,00	3,61
Асса – ст. Маймак	1939...1974	0,51	12,5	10,24	11,37	18,92	21,86	13,90	11,55	13,38	11,99	8,28	10,14	9,48	9,52	10,37
Лепсы – подхоз. Лепсы	1934...1964	0,49	21,6	6,01	6,19	14,9	37,2	46,3	44,1	28,9	23,9	16,8	14,3	12,5	8,25	6,82



Далее строится зависимость между нормами годового стока и минимальными среднемесячными расходами воды за многолетний период для наиболее изученных рек Южного Казахстана (рисунок).

Зависимость  $\bar{Q}_{\min} = f(Q_0)$  характеризуется следующим образом:

$$\bar{Q}_{\min} = 0,96 \cdot Q_0 - 7,05 \quad (1)$$

где  $\bar{Q}_{\min}$  – минимальный среднемесячный расход воды за многолетний период;  $Q_0$  – средний годовой расход воды за многолетний период (норма годового стока).

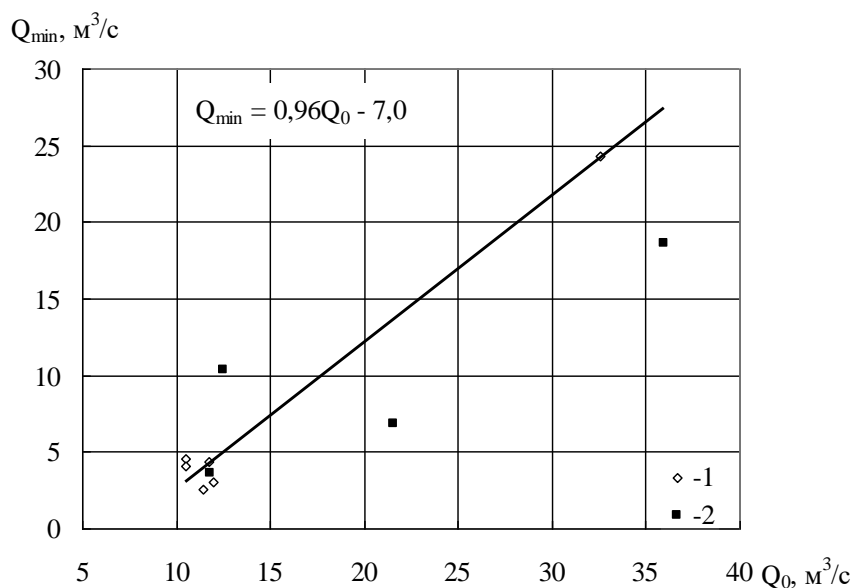


Рис. Зависимость между нормами годового стока и минимальным среднемесячным расходом за многолетний период для наиболее изученных средних рек Южного Казахстана. 1 – реки ледникового-снегового питания, 2 – реки снегового питания.

Здесь величина аппроксимации составляет  $R^2 = 0,98$ , указывая на благоприятную связь между  $\bar{Q}_{\min}$  и  $Q_0$ .

Тем не менее, некоторые небольшие отклонения от  $\bar{Q}_{\min} = f(Q_0)$  имеют реки снегово-дождевого питания, так как данный тип питания более подвержен ходу температур и твердым осадком. Это неотъемлемо ска-

зывается на хронологическом ряду, когда в отдельные годы отмечаются резкие перепады стока [1, 2, 5-7].

Таким образом, минимальный расход расчетной обеспеченности вычисляется:

$$Q_{\min p} = k_p \cdot \bar{Q}_{\min}, \quad (2)$$

где  $Q_{\min p}$  – минимальный расход расчетной обеспеченности, м<sup>3</sup>/с;  $k_p$  – модульный коэффициент расчетной обеспеченности,  $k_p = (C_{V\min}, C_{S\min}, P \%)$ ;  $C_{V\min}$  – изменчивость минимального среднемесячного расхода за многолетний период;  $C_{S\min}$  – асимметричность минимального среднемесячного расхода за многолетний период;  $P$  – расчетная обеспеченность минимального расхода, %.

Коэффициенты вариации ( $C_{V\min}$ ) и асимметрии ( $C_{S\min}$ ) минимального стока Шу-Талас-Ассинского ВХР устанавливаются по существующим нормативным и справочным материалам, а расчетная обеспеченность минимального стока  $P = 95 \%$  принята на основании исследований Заурбека А.К., Бурлибаева М.Ж. [1, 2] и др.

Подставляя формулу (1) в формулу (2), окончательно получим зависимость экологического баланса вдоль всего водотока:

$$Q_{\min p} = Q_{n.охр.} = k_p \cdot (0,96Q_0 - 7,05), \quad (3)$$

где  $Q_{n.охр.}$  – величина природоохранного расхода воды, м<sup>3</sup>/с.

#### ***Выводы и предложения.***

1. Предложена методика учета природоохранного расхода воды при эксплуатации водохранилища ирригационного назначения, при этом река считается потребителем воды и участником ВХК.
2. В результате исследования наиболее изученных 10 средних рек исследуемого района, установлена зависимость между минимальными среднемесячными и среднегодовыми расходами воды за многолетний период с высоким показателем величины аппроксимации, позволяющая определить минимальные среднемесячные расходы воды в зависимости от нормы годового стока как при достаточных, так и недостаточных рядах наблюдений.
3. Разработана формула для определения природоохранного расхода воды, на основании анализа и исследований средних рек с достаточным гидрометрическим рядом наблюдений исследуемого региона, учиты-



вающая особенности средних рек, стабилизирующая экологический баланс на протяжении всего водотока.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана // Диссертация ... доктора техн. наук. – Тараз, 2004. – 271 с.
2. Заурбек А.К. Научные основы регионального использования и охраны водных ресурсов бассейна реки // Диссертация на соискание ученой степени доктора техн. наук. – Тараз, 1998. – 255 с.
3. Нарбаев М.Т., Нарбаев Марс Т. Установление расчетно-минимальных расходов воды для малых рек Шу-Талас-Ассинского водохозяйственного района. Экологические проблемы агропромышленного комплекса // Материалы международной научно-практической конференции. Алматы, 15...16 апреля 2004. – С. 279-282.
4. Нарбаев М.Т. Географические основы усовершенствования методик расчета стока малых рек при их комплексном использовании // Диссертация ... канд. геогр. наук. – Алматы, 2006. – 127 с.
5. Нарбаев Марс. Т., Нарбаев М.Т., Касымбеков Ж.К., Нарбаев Т.И. Определение природоохранного расхода малых рек Шу-Талас-Ассинского водохозяйственного района // Гидрометеорология и экология. – 2004. – №3. – С. 103-111.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – Т.14. Средняя Азия, Вып 2. – 308 с.
7. Шульц В.А. Реки Средней Азии. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 691 с.

Алматинский гуманитарно-технический университет, г. Алматы

#### **ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ОРТАША ӨЗЕНДЕРДЕГІ ТАБИҒАТТЫ ҚОРҒАУДАҒЫ СУДЫҢ ШЫҒЫНЫН АНЫҚТАУ**

Марс Т. Нарбаев

*Зерттеулердің нәтижесінде Оңтүстік Қазақстандағы орташа өзендердегі табиғатты қорғаудағы судың шығынын анықтауға формула ұсынылған.*

УДК 551.5+556.002.5/6(575.3)

## АНКЕТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

И.С. Захарова  
Б.У. Махмадалиев  
М.Т. Сафаров

*Представлены результаты анкетирования пользователей гидрометеорологической информации, которое было проведено в 2006 г. Агентством по гидрометеорологии Республики Таджикистан при содействии проекта «Швейцарская поддержка НГМС бассейна Аральского моря».*

Целью настоящего анкетирования являлось осуществление анализа:

- состояния гидрометеорологического обслуживания в республике;
- основных потребностей пользователей в получении гидрометеорологической информации.

Изучение указанных вопросов позволит Агентству по гидрометеорологии (Национальной гидрометеорологической службе Республики Таджикистан) в дальнейшем удовлетворять потребности пользователей путем обеспечения всестороннего гидрометеорологического обслуживания, уделяя особое внимание вопросам обеспечения безопасности и благосостояния населения республики.

Кроме того, проведение анкетирования даст возможность потребителям лучше понимать возможности Национальной гидрометеорологической службы (НГМС) Республики Таджикистан, что должно способствовать оптимальному использованию гидрометеорологической информации.

### 1 Анкетирование

Настоящее анкетирование было проведено на основании вопросника «Оценка потребностей пользователей в гидрометеорологической информации», который разработан Агентством по гидрометеорологии и состоит из трех разделов.

Раздел А включает общую информацию о пользователе, в том числе наименование организации, сведения о контактном лице и необходимые контактные данные.

Раздел *Б* содержит 19 вопросов, позволяющих оценить состояние гидрометеорологического обслуживания и потребности пользователя в прогностической продукции.

Раздел *В* состоит из 9 вопросов, позволяющих оценить потребности пользователей в гидрометеорологическом обслуживании.

Вопросники были направлены по 24 адресам основных министерств, ведомств и организаций Республики Таджикистан, 16 учреждений предоставили свои ответы. Число организаций, заполнивших вопросник, в дальнейшем принято за 100 % принявших участие в анкетировании.

Анализ информации, содержащейся в вопроснике, проводился по разделам. Результаты, приведенные в настоящей статье, ограничены анализом поступивших ответов.

## **2 Оценка потребностей пользователей в прогностической продукции**

Результаты опроса показали, что в целом имеет место положительное отношение пользователей к прогностической продукции Агентства по гидрометеорологии. Так, 87,5 % участников анкетирования подтвердили, что прогностическая продукция является важной для планирования/осуществления эффективной деятельности их организации, причем для 56 % – важной в течение всего года. Доверяют прогностической продукции 100 % пользователей. Как удовлетворительную пользователи оценили достоверность таких показателей, как температура воздуха (81 % пользователей), атмосферные осадки и явления, скорость и направление ветра (69 %), состояние облачности (62,5 %), предупреждения об опасных явлениях (50 %). О росте качества прогностической продукции по сравнению с таковым 5 лет назад заявили 75 % пользователей. Однако лишь 37,5 % оценили представление прогностической продукции как своевременное.

Пользователи считают важным включение в содержание прогностической продукции следующих показателей: тип явления; когда явление произойдет; вероятность явления (62,5, 56, 50 %, соответственно). Для 44 % пользователей представляют интерес количественные показатели.

Самыми популярными каналами получения прогностической продукции, по мнению пользователей, в настоящее время являются телевидение, радио и Интернет (56, 50, 31 %, соответственно). Отвечая на вопрос о предпочитаемых в перспективе каналах получения прогностической продукции, большинство пользователей (44 %) указали Интернет (e-mail), часть пользователей хотели бы получать прогностическую продукцию по

телефону/факсу (12,5 %), либо по телетайпу или специализированной телефонной линии (6 %).

Содержание имеющегося в НГМС Таджикистана гидрометеорологического бюллетеня 62,5 % пользователей оценили как достаточное. Однако ряду организаций дополнительно требуются данные приземных либо спутниковых наблюдений (19 и 25 %, соответственно), 12,5 % заявили о необходимости предоставления им специализированного прогноза.

Оценивая содержимое Предупреждений об опасных явлениях, мнение пользователей распределилось следующим образом:

- достаточная заблаговременность предупреждений – 44 %;
- достаточная информация о районе распространения явления и о времени прохождения явления – 31 % и 25 %, соответственно.

По мнению 50 % пользователей, прогностическая продукция позволяет оценить экономические выгоды в хозяйственной деятельности их организации, 44 % считают, что она позволяет оценить экономический ущерб.

Пользователи, в основном, хотели бы получать метеорологические прогнозы с заблаговременностью 1 день и 1 неделя (37,5 %), либо 1 месяц (25 %).

Из гидрологических прогнозов пользователям необходимы, в основном, декадный и месячный гидрологические бюллетени (62,5 и 37,5 %, соответственно), прогноз на вегетационный период интересует 19 % пользователей.

По мнению 12,5 % пользователей, для улучшения прогностической продукции необходимо изменить/дополнить содержание гидрометеорологического бюллетеня. Для улучшения качества гидрометеорологического обслуживания необходимо сократить время доставки информации потребителям (44 %).

### **3 Оценка потребностей пользователей в метеорологическом обслуживании**

Анализ потребностей пользователей в метеорологическом обслуживании показал, что большей части пользователей необходима информация по следующим метеорологическим параметрам:

- температура (максимум/минимум) – 81 %;
- опасные явления, время выпадения осадков (начало/конец) – 75 %;
- осадки (общие показатели) – 69 %;
- снежный покров – 62,5 %;
- влажность воздуха, тип осадков (снег/дождь), скорость ветра – 56 %;
- температура (общие показатели), вероятность выпадения осадков – 50 %.

Некоторые пользователи также хотели бы получать информацию по ряду других метеорологических данных:

- тип осадков (град/ледяная крупа) – 44 %;
- интенсивность выпадения осадков (сильные/несущественные), атмосферное давление, направление ветра – 37,5 %;
- качество воздуха – 31 %;
- условия видимости, состояние дорог – 25 %;
- состояние облачности – 19 %;
- актинометрия – 6 %.

Анализ потребностей пользователей в гидрологическом обслуживании показал, что потребность в гидрологических данных имеется у 75 % пользователей, при этом наиболее приоритетными, по мнению 50 % пользователей, являются гидрологические прогнозы различной заблаговременности, предупреждения об опасных гидрологических явлениях, оперативные данные по расходам воды. Ряд пользователей заинтересован также в получении оперативных данных по уровням воды, химическому составу воды, сведений о гидрологической изученности (44, 37,5, 31 %, соответственно).

Использование гидрометеорологической информации в деятельности своей организации 87,5 % пользователей оценили как эффективное. Услуги метеорологического обслуживания, осуществляемого НГМС Республики, пользователи оценили в среднем на 5,3 балла по 10-бальной шкале.

По результатам анкетирования наметились новые перспективы сотрудничества с заинтересованными ведомствами. Так, анкетирование позволило выявить организации, которым необходима помощь со стороны НГМС в обучении специалистов для проведения наблюдений за температурой воздуха, атмосферным давлением и осадками, а также в проверке приборов для наблюдений за температурой воздуха, осадками и снежным покровом. Ряд пользователей отметил, что они планируют организовать совместные стационарные гидрометеорологические наблюдения (совместный пост или станцию), либо провести совместные аэровизуальные наблюдения снежно-ледникового покрова. Также в ходе проведения анкетирования выяснилось, что 56 % пользователей планируют заключить с НГМС договор или соглашение по вопросу метеорологического обслуживания.

### **Заключение**

Проведенное Агентством по гидрометеорологии Республики Таджикистан анкетирование подтвердило важность использования прогностической продукции для планирования деятельности большинства организаций из числа принявших участие в анкетировании, а также эффектив-

ное использование гидрометеорологической информации в деятельности этих организаций.

Анкетирование показало, что прогностическая продукция, предоставляемая Агентством по гидрометеорологии, широко используется в различных отраслях экономики республики. Большинство пользователей доверяют ей, считают ее важной для деятельности своих организаций, а также достаточно высоко оценивают ее качество.

Вместе с тем, изучение ответов пользователей на поставленные вопросы и их анализ позволили выявить некоторые недостатки в деятельности Агентства по гидрометеорологии. Так, выявлена необходимость повышения достоверности прогностической продукции по таким показателям, как состояние облачности, скорость и направление ветра, а также Предупреждений об опасных явлениях.

Для повышения качества гидрометеорологического обслуживания необходимо сократить время доставки прогностической продукции от ее производителя до пользователей. В этой связи можно говорить о наметившихся положительных перспективах, так как в деятельность большинства пользователей в Республике Таджикистан внедрены телекоммуникационные технологии, применение которых позволит в будущем всем пользователям своевременно получать все виды прогностической продукции и гидрометеорологическую информацию.

Агентство по гидрометеорологии благодарит все министерства, организации, ведомства, принявшие участие в анкетировании и выражает надежду на дальнейшее благотворное сотрудничество на благо Республики Таджикистан.

Агентство по гидрометеорологии Республики Таджикистан, г. Душанбе

**ТАҶИКИСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ИНФОРМАЦИЯ ЖӨНІНДЕ  
ПАЙДАЛАНУШЫЛАРДЫҢ АНКЕТА ЖҮРГІЗУІ**

И.С. Захарова  
Б.У. Махмадалиев  
М.Т. Сафаров

*Гидрометеорологиялық информация жөнінде пайдаланушылардың анкета жүргізу нәтижелері 2006 ж өткізілген болатын. Тәжікістан Республикасы гидрометеорологиялық агенті бойынша «Арал теңізінің МГМҚ бассейнінің Швейцариялық қолдау» жобасымен жәрдемдесті.*

УДК 551.510.42

**О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН В 2006 ГОДУ**

Канд. геогр. наук А.Б. Калелова

Т.Г. Царева

*Информация о состоянии загрязнения окружающей среды подготовлена по результатам работ, проведенных на наблюдательной сети Национальной гидрометеорологической службы РК.*

**1 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, 7]. Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (*ИЗА*), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на *ПДК* значениями с учетом их класса опасности [3].

Стационарные посты наблюдений находятся в 20 населенных пунктах республики: Актау, Актобе, Алмате, Астане, Атырау, Балхаше, Жезказгане, Костанаве, Караганде, Павлодаре, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Таразе, Темиртау, Уральске, Усть-Каменогорске, Шымкенте, Экибастузе и пос. Глубокое (Восточно-Казахстанская область).

По данным наблюдений за 2006 г. наибольший уровень загрязнения воздуха наблюдается в г. Алматы ( $ИЗА_5 = 12,1$ ). К загрязненным городам ( $ИЗА_5 \geq 5$ ) отнесено 9 городов, в том числе с высоким уровнем загрязнения воздуха ( $ИЗА_5 \geq 7$ ) – 7 городов (табл. 1).

В 17 городах республики средние за год значения концентрации загрязняющих веществ хотя бы одной примесью превысили *ПДК*, а в 5 городах (Алматы, Риддер, Темиртау, Усть-Каменогорск и Шымкент) выше *ПДК* были концентрации трех и более веществ.

Таблица 1

Приоритетный список городов Республики Казахстан по уровню загрязнения атмосферного воздуха

Город	ИЗА <sub>5</sub>		Отрасли промышленности, оказывающие влияние на загрязнение воздуха
	2005 г.	2006 г.	
Алматы	15,2	12,1	автотранспорт, энергетика,
Караганда	13,9	10,7	энергетика, угледобывающая, автотранспорт
Шымкент	11,8	10,7	цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая
Актобе	10,1	9,7	черная металлургия, химическая
Темиртау	8,3	8,9	черная металлургия, химическая
Риддер	8,3	7,6	цветная металлургия, энергетика
Тараз	8,0	7,6	химическая
Усть-Каменогорск	8,7	6,5	цветная металлургия, энергетика
Жезказган	5,5	5,8	цветная металлургия, энергетика
Астана	3,7	4,7	энергетика, автотранспорт
пос. Глубокое	4,7	4,6	цветная металлургия
Петропавловск	4,0	4,2	энергетика, приборостроение
Семей	4,8	4,0	энергетика, строительных материалов
Актау	4,0	3,5	химическая
Костанай	3,5	2,9	энергетика
Балхаш	3,0	2,8	цветная металлургия, энергетика
Атырау	2,2	2,3	нефтеперерабатывающая
Павлодар	1,3	1,7	нефтеперерабатывающая, энергетика
Экибастуз	1,5	1,3	энергетика, угледобывающая
Уральск	1,0	0,8	энергетика
<b>В среднем</b>	<b>6,17</b>	<b>5,62</b>	

В 10 городах были отмечены среднегодовые концентрации диоксида азота в пределах 1,3...2,2 ПДК (наибольшая средняя в г. Алматы.). В 7 городах содержание взвешенных веществ (пыли) находилось в пределах 1,2...3,1 ПДК (наибольшие средние в г. Астане и г. Жезказгане). В 6 городах концентрации формальдегида составили 1,3...4,3 ПДК (наибольшие в Актобе и Караганде), в 5 городах – фенола в пределах 1,3...3,3 ПДК (наибольшая в Темиртау). Средние концентрации диоксида серы в г. Балхаше и г. Риддере и г. Усть-Каменогорске превышали 1ПДК. Содержание аммиака выше допустимой нормы отмечено в г. Темиртау (2,1 ПДК) и г. Шымкенте (1,1 ПДК) (табл. 2).



Таблица 2

Сведения о степени загрязнения атмосферного воздуха городов в целом по Республике Казахстан в 2006 г.

Примесь	Число городов	Кратность превышения ПДК		Число городов, где концентрации превышали ПДК	
		из средних	из max	средние	max
Взвешенные вещества	19	1,1	4,0	7	14
Диоксид серы	20	0,5	1,0	3	3
Оксид углерода	19	0,4	2,1	0	11
Диоксид азота	20	1,0	2,8	10	18
Оксид азота	4	0,3	0,2	0	0
Аммиак	6	1,0	3,0	2	3
Сероводород	7		1,1		3
Фтористый водород	3	0,4	4,7	0	3
Серная кислота	2	0,1	0,1	0	0
Фенол	10	1,2	2,4	5	8
Формальдегид	9	2,6	1,2	6	5
Хлор	2	0,1	0,3	0	0
Хлористый водород	2	0,4	3,7	0	1
Мышьяк	3	0,2		0	

Максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ хотя бы одной примесью превысили ПДК в 19 городах, где ведутся наблюдения; при этом в 12 городах (Алматы, Астана, Балхаш, Жезказган, Караганда, Павлодар, Семипалатинск, Тараз, Темиртау, Усть-Каменогорск, Шымкент и пос. Глубокое) отмечены превышения ПДК для 3-х и более веществ. Разовые концентрации взвешенных веществ выше ПДК отмечены в 14 городах, диоксида азота – в 15 городах, оксида углерода – в 13 городах, фенола – в 8 городах, формальдегида – в 5 городах, диоксида серы, сероводорода, аммиака и фтористого водорода – в 3 городах (табл. 2).

В 2006 г. зарегистрировано 10 случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха: в г. Балхаше (3 случая) максимальные концентрации взвешенных веществ превышали допустимую норму в 10,0...13,4 раза, диоксида серы – в 10,5 раза; в г. Астане (4 случая) максимальные концентрации взвешенных веществ превышали допустимую норму в 10,8...14,6 раза; в г. Шымкенте (3 случая) максимальные концентрации взвешенных веществ превышали допустимую норму в 10,2...11,8 раза.

В сравнении с 2005 г. в городах Актау, Актобе, Атырау, Балхаш, Жезказган, Костанай, Петропавловск, Павлодар, Риддер, Тараз, Темиртау, Уральск, Экибастуз и пос. Глубокое уровень загрязнения атмосферного воздуха значительно не изменился, в городах Алматы, Караганда, Семипалатинск, Усть-Каменогорск и Шымкент – снизился, в г. Астане – возрос (табл. 1).

## **2 Качество поверхностных вод**

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает действующие гидропосты Национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (*ПДК*) загрязняющих веществ для водоемов рыбо-хозяйственного, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования [4, 5].

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

Данные мониторинга загрязнения поверхностных вод обработаны по бассейнам рек: Ертис (Восточно-Казахстанская и Павлодарская области), Урал и Эмба (Западно-Казахстанская 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. Балхаш.

В 2006 г. всего из общего количества обследованных водных объектов к «чистым» отнесено только 18 рек, 5 озер и 3 водохранилища, к «грязным» – 6 рек, а к «очень грязным» – 1 река (Красноярка). Наиболее представлен класс «умеренно-загрязненных» водных объектов – 29 рек, 7 водохранилищ и 1 озеро. К классу «загрязненных» водных объектов отнесены 3 реки (табл. 3).

В перечне основных загрязняющих веществ, превышающих значения *ПДК*, присутствуют 16 ингредиентов, из которых наиболее распространенными являются соединения меди и цинка, нитриты, сульфаты, нефтепродукты, фенолы, марганец и ртуть (табл. 4).

В 2006 г. экстремально высокое загрязнение (*ЭВЗ*) поверхностных вод на территории Казахстана наблюдалось на 1 водном объекте в 3-х случаях – р. Красноярка в Восточно-Казахстанской области.

Таблица 3

Состояние загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям в 2006 г.

Класс и характеристика качества воды по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ)				
II класс «чистая» ИЗВ 0,31...1,0	III класс «умеренно загрязненная» ИЗВ 1,01...2,5	IV класс «загрязненная» ИЗВ 2,51...4,0	V класс «грязная» ИЗВ 4,01...6,0	VI класс «очень грязная» ИЗВ 6,01...10,0
рр. Урал, Чаган, Деркул, Малый Узень, Большой Узень, Чижа-1, Чижа-2, Утва, Ертис (Павлодарская), Илек, Тобол, Тогызак, Аят, Ак-Булак, Жабай, Есиль (Акмолинская), Бугунь, Ката-Бугунь, озера Копа, Бурабай, Улькен Шабакты, Шортан, Улькен Алматы, вдхр. Усть-Каменогорское, вдхр. Бухтарминское, вдхр. Вячеславское	рр. Ертис (ВКО), Бухтарма, Оба, Эмель, Аягуз, Убаган, Есиль (СКО), Сары-Булак, Нура, Иле, Шарын, Шилик, Тургень, Текес, Коргас, Каркара, Баянкол, Иссык, Каскелен, Киши Алматы, Есентай, Улькен Алматы, Талас, Шу, Асса, Бадам, Сырдарья, оз. Балхаш, вдхр. Шардаринское, вдхр. Сергеевское, вдхр. Самаркандское, вдхр. Капшагай, вдхр. Куртинское, вдхр. Бартогай, вдхр. Тасоткельское	рр. Шерубайнура, Келес, вдхр. Кенгирское	рр. Брекса, Тихая Ульби, Глубочанка, Илек (Актюбинская), Кара-Кенгир	р. Красноярка

Таблица 4

Перечень основных загрязняющих компонентов в поверхностных водах в 2006 г.

Ингредиент	Пределы изменения концентрации в долях ПДК	Количество объектов	Название рек и водоемов
Сульфаты	1,8...8,5	7	рр. Сары-Булак, Сырдарья, Келес, Бадам; вдхр. Шардаринское, оз. Копа
Азот аммонийный	1,9...2,8	5	рр. Брекса, Ульби, Тихая, Глубочанка, Красноярка
Азот нитритный	1,8...8,4	6	рр. Глубочанка, Сары-Булак, Нура, Кара-Кенгир, Шерубайнура

Ингредиент	Пределы изменения концентрации в долях ПДК	Количество объектов	Название рек и водоемов
Бор	23,6	1	р. Илек (Актюбинская)
Железо общее	1,6...3,4	8	рр. Бухтарма, Брекса, Тихая, Ульби, Оба, Аягуз, Есиль (СКО), вдхр. Сергеевское
Медь	1,9...10,0	42	рр. Ертис, Бухтарма, Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Оба, Эмель, Красноярка, Аягуз, Кара-Кенгир, Шерубайнура, Иле, Текес, Хоргос, Шарын, Шилик, Тургень, Каркара, Баянкол, Иссык, Каскелен, Есентай, Киши-Алматы, Улькен Алматы, Талас, Шу, Асса, Келес, Бадам, Сырдарья. Водохранилища: Усть-Каменогорское, Самаркандское, Кенгирское, Капчагайское, Куртинское, Бартогайское, Ташуткульское, Шардаринское, оз. Балхаш
Цинк	2,1...32,6	6	рр. Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка, вдхр. Сергеевское
Хром (6+)	2,9	1	р. Илек (Актюбинская)
Фенолы	до 2,0	1	р. Шу
ХПК	до 3,4	1	р. Убаган
Нефтепродукты	1,6...14,0	8	рр. Ак-Булак, Сары-Булак, Жабай, Кара-Кенгир, Шерубайнура, оз. Копа, вдхр. Кенгирское, вдхр. Самаркандское
Марганец	4,4...6,7	5	рр. Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка
БПК <sub>5</sub>	1,6...2,2	2	рр. Сары-Булак, Нура, Шерубайнура, Кара-Кенгир
Ртуть	1,8...2,5	2	рр. Нура (Карагандинская), Шерубайнура, вдхр. Самаркандское

Высокое загрязнение было отмечено на 14 водных объектах в 179 случаях: рр. Иртыш, Брекса, Тихая, Ульба, Глубочанка, Красноярка, Илек, Нура, Шерубай-Нура, Или, Малая и Большая Алматинки, Келес и Сырдарья. В сравнении с 2005 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод:

Бассейн р. Ертис. Качество воды не изменилось в реках Ертис (Восточно-Казахстанская), Буктырма, Ульби, Оба, Аягоз, вдхр Буктырма. Наблюдается улучшение качества поверхностных вод рек Ертис (Павлодарская), Брекса Тихая, Глубочанка, Красноярка, Эмель и вдхр. Усть-Каменогорское.

Бассейн рек Урал и Эмба. Качество воды в реках Большой Узень и Малый Узень улучшилось, в реках Урал, Чаган, Деркул, Чижа-1, Чижа-2, Утва и Илек (Западно-Казахстанская и Акмолинская) существенно не изменилось.

Бассейн р. Тобол. Загрязненность рек Тобол, Аят, Тогузак и Убаган осталась на прежнем уровне.

Бассейн р. Есиль. Уровень загрязненности воды рек Есиль (Акмолинская и Северо-Казахстанская области) Ак-Булак, Сары-Булак, озер Бурабай, Шортан и Улькен Шабакты, водохранилищ Вячеславское и Сергеевское существенно не изменился. Качество воды улучшилось в р. Жабай и оз. Копа.

Бассейн р. Нуры. Качество воды в реках Нура (Акмолинская и Северо-Казахстанская области), Шерубайнура и Кара-Кенгир, в вдхр. Самаркандское значительно не изменилось, загрязненность воды вдхр. Кенгирское снизилась.

Бассейн оз. Балхаш. Уровень загрязненности рек Иле, Ульке Алматы, Есентай, Киши Алматы, Шарын, Шилик, Тургень, Текес, Коргас, Каркара и Баянкол, водохранилищ Капшагай, Бартогай и Куртинское, а также оз. Балхаш существенных изменений не претерпел. Качество воды оз. Улькен Алматы улучшилось.

Бассейн рек Талас и Шу. Качество воды в реках Шу, Талас, Асса и вдхр. Ташуткульское существенно не изменилось.

Бассейн р. Сырдарья. В состоянии загрязненности рек Сырдарья (Южно-Казахстанская и Кызылординская области), Келес, Бадам, Бугунь, Катта-Бугунь и вдхр Шардаринское значительного изменения не произошло.

### **3 Наблюдения за состоянием загрязнения почв**

Наблюдательная сеть мониторинга загрязнения почв приурочена к 15 городам в 11-ти областях республики (Алматы, Актобе, Актау Астана, Атырау, Усть-Каменогорск, Риддер, Балхаш, Жезказган, Караганда, Тёмиртау, Павлодар, Тараз, Шымкент, Кызылорда). При изучении загрязнения почв на урбанизированных территориях пробы отбирались 2 раза в год (весной и осенью) в пяти определенных точках в пределах городов и промышленных центров для определения содержания тяжелых металлов (свинец, цинк, кадмий, медь).

Превышения ПДК по кадмию, свинцу, меди и хрома выявлены на границах санитарно-защитных зон крупных промышленных предприятий и в районах крупных автомагистралей.

#### 4 Радиационный гамма-фон

Наблюдения за уровнем гамма излучения (мощностью дозы гамма-излучения) на местности осуществлялись ежедневно на 67 метеорологических станциях 13 областей. Мощность дозы гамма-излучения (МД) измерялась дозиметрами.

Средние значения мощности дозы гамма-излучения по населенным пунктам находились в пределах 0,09...0,19 мкЗв/ч, а средние значения по областям в пределах 0,10...0,16 мкЗв/ч. В среднем по Республике радиационный гамма-фон в 2006 г. составил 0,14 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах (табл. 5).

Таблица 5

Мощность дозы гамма-излучения за 2006 г.

Область	Мощность дозы, мкЗв/ч		
	среднее	максимальное	минимальное
Акмолинская	0,14	0,22	0,08
Актюбинская	0,14	0,22	0,06
Алматинская	0,15	0,26	0,08
Атырауская	0,14	0,18	0,10
Восточно-Казахстанская	0,15	0,25	0,06
Жамбылская	0,16	0,26	0,10
Западно-Казахстанская	0,13	0,17	0,07
Карагандинская	0,16	0,24	0,10
Костанайская	0,11	0,35	0,06
Мангистауская	0,10	0,13	0,06
Павлодарская	0,13	0,26	0,07
Северо-Казахстанская	0,11	0,15	0,07
Южно-Казахстанская	0,14	0,34	0,10

#### 5 Плотность радиоактивных выпадений

Контроль за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы осуществлялся в 14 областях Казахстана на 40 метеорологических станциях путем отбора проб воздуха горизонтальными планшетами. На всех станциях проводился пятисуточный отбор проб.

Среднесуточная плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере колебалась в пределах 0,9...1,6 Бк/м<sup>2</sup>. Среднемесячная составила 1,1 Бк/м<sup>2</sup>.

Таблица 6

Среднемесячная плотность радиоактивных выпадений по областям, Бк/м<sup>2</sup>

Область	Плотность радиоактивных выпадений
Акмолинская	1,1
Актюбинская	1,1
Алматинская	1,1
Атырауская	1,0
Восточно-Казахстанская	1,1
Жамбылская	1,1
Западно-Казахстанская	1,1
Карагандинская	1,1
Кызылординская	1,1
Костанайская	1,1
Мангистауская	1,2
Павлодарская	1,1
Северо-Казахстанская	1,1
Южно-Казахстанская	1,1

## 7 Химический состав атмосферных осадков и снежного покрова

Наблюдения за химическим составом атмосферных осадков заключались в отборе проб дождевой воды на 41 метеостанции. Наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в снежном покрове проводились в зимний период один раз в год в период максимального накопления влагозапаса в снеге. Сеть наблюдений Казгидромета за химическим составом снежного покрова охватывает 31 метеостанцию.

По программе Всемирной метеорологической организации в пробах снега определялись: кислотность, удельная электропроводность, анионы-сульфаты, хлориды, нитраты гидрокарбонаты; катионы-аммоний, натрий, калий, кальций, магний; микроэлементы – свинец, медь, кадмий, мышьяк.

Для оценки состояния осадков и снежного покрова использованы значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих ве-

ществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [6].

Концентрации всех определяемых загрязняющих веществ, за исключением кадмия, в осадках и снежном покрове не превышали ПДК.

**Осадки.** Наибольшая общая минерализация отмечена на М Джусалы (Кызылординская область) – 267,27 мг/дм<sup>3</sup>, М Форт-Шевченко (Мангистауская обл.) – 259,94 мг/дм<sup>3</sup>. Наименьшая величина минерализации – 8,17 мг/дм<sup>3</sup> – отмечена на М Боровое (Акмолинская область). На остальных метеостанциях величина общей минерализации находилась в пределах от 8,82 до 234,95 мг/дм<sup>3</sup>.

По всей территории Республики Казахстан в осадках преобладали сульфаты 25,1 %, хлориды 15,5 %, гидрокарбонаты 28,1 %, ионы натрия 8,9 % и ионы кальция 10,7 %. Кислотность проб атмосферных осадков на территории Республики Казахстан в основном имеет характер нейтральной и слабощелочной среды. Выпадение слабо кислых осадков наблюдалось в районе М Боровое.

**Снежный покров.** По всей территории в снежном покрове преобладают гидрокарбонаты (25 %), сульфаты (21 %), хлоридные ионы (17 %).

Наибольшая общая минерализация отмечена на М Павлодар (Павлодарская область) – 99,28 мг/дм<sup>3</sup>. Самая низкая величина минерализации (3,68 мг/дм<sup>3</sup>) отмечена на горной М Мынжилки.

Водородный показатель сезонного снежного покрова рН находился в пределах 4,98 на М Семиярка (Восточно-Казахстанская обл.) и 6,56 на М Пешной (Атырауская обл.). Кислотность проб снежного покрова на всей территории страны в основном имеет характер нейтральной и слабощелочной среды.

#### 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. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. – М., 1991. – С.383-425.





УДК 551.510.42

**КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ БАСЕЙНА ОЗ. БАЛКАШ ЗА 1 ПОЛУГОДИЕ 2007 Г.**

Канд. геогр. наук Э.А. Турсунов  
И.О. Сыдыкова  
Ж.К. Турениязова  
А.М. Бажиева

*Информация о состоянии загрязнения окружающей среды бассейна оз. Балкаш подготовлена по результатам наблюдений, выполняемых специализированными подразделениями РГП «Казгидромет» по проведению экологического мониторинга за состоянием окружающей среды на сети Национальной гидрометеорологической службы.*

**1 Состояние загрязнения воздушного бассейна**

Загрязнение атмосферного воздуха в г. Балхаша приводится по результатам наблюдений на 2-х стационарных постах (ПНЗ), где производился отбор, анализ и обработка проб. Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест (табл. 1). Уровень загрязнения атмосферы оценивался по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА<sub>4</sub>), который рассчитывался по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности [2].

Таблица 1

Значения предельно-допустимых концентраций отдельных примесей в воздухе населенных мест по Республике Казахстан \*

Примесь	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности
	максимально разовая	средне-суточная	
Оксид углерода	5,0	3	4
Диоксид азота	0,085	0,04	2
Взвешенные вещества	0,5	0,15	3
Диоксид серы	0,5	0,05	3

*Примечание:*\* Санитарно-эпидемиологические правила и нормы: «Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху», 18.08.2004 г., № 629

В 1 полугодии 2007 г. в г. Балхаше уровень загрязнения атмосферного воздуха был ниже среднего по сравнению с другими городами республики. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА<sub>4</sub>) составил 4,3. Средние концентрации диоксида серы превышали ПДК в два раза, взвешенных веществ – 1 ПДК, содержание диоксида азота и оксида углерода находилось в пределах допустимой нормы (табл. 2).

Таблица 2

Загрязнение воздушного бассейна города Балхаш

Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Повторяемость концентраций примесей выше ПДК, %	ИЗА
	мг/м <sup>3</sup>	доля ПДК	мг/м <sup>3</sup>	доля ПДК		
Взвешенные вещества	0,18	1,2	5,8	11,6	1,5	1,17
Диоксид серы	0,133	2,7	8,280	16,6	5,0	2,66
Сульфаты	0,005		0,200		0	
Оксид углерода	0,7	0,2	3,0	0,6	0	0,27
Диоксид азота	0,01	0,3	0,11	1,3	0	0,24

В течение полугодия зарегистрировано 6 случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха: максимальные концентрации взвешенных веществ превышали допустимую норму в 10,2...11,6 раза, диоксида серы – 10,3...16,6 раза (табл. 3).

Таблица 3

Случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха в г. Балхаше

Примесь	Число, месяц	Время	№ ПНЗ	Концентрация	
				мг/м <sup>3</sup>	доля ПДК
Диоксид серы	27 февраля	13 ч.	4	5,136	10,3
	24 апреля	13 ч.	3	5,160	11,2
Взвешенные	8 мая	13 ч.	3	5,8	11,6
	8 мая	13 ч.	4	5,1	10,2
Диоксид серы	8 мая	13 ч.	3	6,34	12,7
	8 мая	13 ч.	4	8,28	16,6

В 1 полугодии 2007 г. по сравнению с 1-ым и 2-ым полугодиями 2006 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Балхаше увеличился (табл. 4).

Таблица 4

Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха по полугодиям

Примесь	Индекс загрязнения атмосферы		
	1 пг. 2006 г.	2 пг. 2006 г.	1 пг. 2007 г.
Взвешенные вещества	0,74	0,88	1,17
Диоксид серы	1,42	1,38	2,66
Оксид углерода	0,27	0,29	0,27
Диоксид азота	0,20	0,32	0,24
ИЗА <sub>4</sub>	2,6	2,9	4,3

## 2 Качество поверхностных вод

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает гидропосты национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, принятые для водоемов рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования.

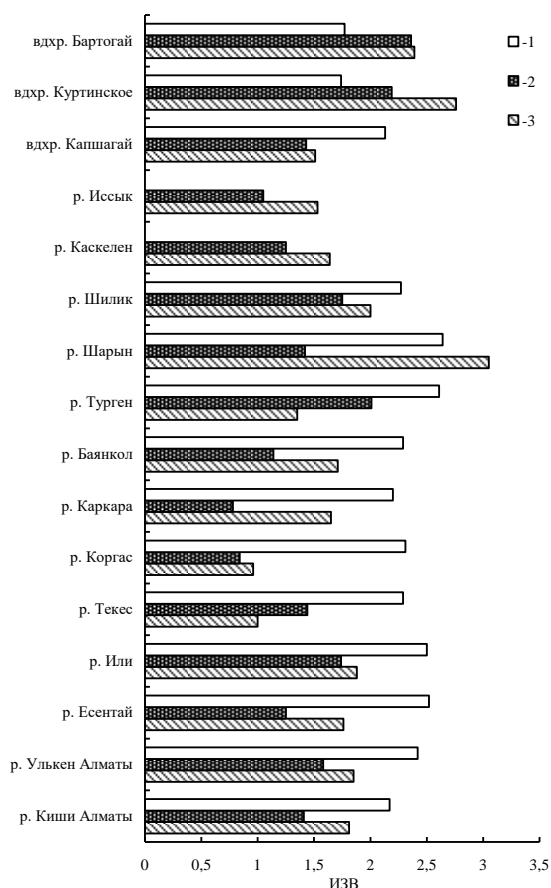
Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод [1].

В 1 полугодии 2007 г. качество воды поверхностных вод бассейна оз. Балкаш колебалось от 2 до 4 класса, или от «чистой» до «загрязненной». Наиболее загрязненными водными объектами являются р. Шарын и Куртинское водохранилище, где качество воды относится 4-му классу – «загрязненная». ИЗВ колеблется в пределах 2,76...3,05, при повышенном содержании железа общего, меди, сульфатов, азота нитритного, хрома общего и фторидов.

К числу наиболее чистых водных объектов отнесены трансграничные реки Текес и Коргас, характеризующиеся по качеству воды как «чистая» – 2 класс. ИЗВ варьирует от 0,96 до 1,00, характерными загрязняющим веществом для них является медь.

Качество воды остальных рек бассейна оз. Балкаш, как Иле, Улькен и Киши Алматы, Есентай, Шилик, Турген, Баянкол, и водохранилища Капшагай, Бартогай относятся «умеренно загрязненным» – 3 класс, ИЗВ составляет 1,01...2,50. Основными загрязняющими веществами для этих водных объектов являются медь, железо общее, хром общий и фториды.

По сравнению со 2 полугодием 2006 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод в бассейне оз. Балкаш (табл. 5), (рисунок).



*Рисунок. Динамика индекса загрязненности поверхностных вод на территории бассейна оз. Балкаш. 1 – 1 полугодие 2006 г.; 2 – 2 полугодие 2006 г.; 3 – 1 полугодие 2007 г.*

Качество воды улучшилось только в р. Текес. Тенденция ухудшения качества воды наблюдается по р. Каркара и р. Шарын, а также в водохранилище Куртинское. В водотоках Иле, Улькен и Киши Алматы, Есентай, Коргас, Баянкол, Турген, Шилик, Каскелен, Иссык и в водохранилищах Капшагай и Бартогай качество воды осталось без изменений.

В сравнении с 1 полугодием 2006 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод в бассейне оз. Балкаш (табл. 5), (рисунок).

Тенденция улучшения качества воды отмечается по рекам Текес, Коргас и Турген. Качество воды значительно ухудшилось в водохранилище Куртинское. В реках Иле, Улькен и Киши Алматы, Есентай, Каркара, Баянкол, Шилик и в водохранилищах Капшагай и Бартогай качество воды осталось на прежнем уровне.

Таблица 5

Состояние качества поверхностных вод бассейна оз. Балкаш по гидрохимическим показателям за 1 полугодие 2007 г.

Водный объект	ИЗВ			Ингредиент	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Доли ПДК	Характеристика качества воды
	1 пг. 2006 г.	2 пг. 2006 г.	1 пг. 2007 г.				
р. Иле	2,50	1,74	1,88	Медь	0,0067	6,7	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Капшагай	2,13	1,43	1,51	Медь	0,0051	5,1	3 класс, умеренно загрязненная
				Сульфаты	142,5	1,4	
р. Улькен Алматы	2,42	1,58	1,85	Железо общее	0,38	3,8	3 класс, умеренно загрязненная
				Железо (2+)	0,16	1,6	
				Медь	0,004	4,0	
р.Киши Алматы	2,17	1,41	1,84	Азот нитритный	0,043	2,2	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,0055	5,5	
				Фториды	0,81	1,1	
р. Есентай	2,52	1,25	1,76	Азот нитритный	0,024	1,2	3 класс, умеренно загрязненная
				Железо общее	0,18	1,8	
				Медь	0,0054	5,4	
р. Текес	2,29	1,44	1,00	Медь	0,0026	2,6	2 класс, чистая
р. Коргас	2,31	0,84	0,96	Медь	0,0027	2,7	2 класс, чистая
р. Каркара	2,20	0,78	1,65	Железо общее	0,16	1,6	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,005	5,0	
р. Баянкол	2,29	1,14	1,71	Медь	0,0061	6,1	3 класс, умеренно загрязненная
				Хром общий	0,0058	1,2	
р. Турген	2,61	2,01	1,35	Медь	0,0049	4,9	3 класс, умеренно загрязненная
р. Шарын	2,64	1,42	3,05	Железо общее	0,12	1,2	4 класс, загрязненная
				Медь	0,0144	14,4	
р. Шилик	2,27	1,75	2,00	Медь	0,0077	7,7	3 класс, умеренно загрязненная
				Хром общий	0,0074	1,5	
р. Каскелен		1,25	1,64	Медь	0,0045	4,5	3 класс, умеренно загрязненная
				Хром общий	0,0069	1,4	
				Нефтепродукты	0,065	1,3	
				Фториды	0,91	1,2	
р. Иссык		1,05	1,53	Медь	0,0041	4,1	3 класс, умеренно

Водный объект	ИЗВ			Ингредиент	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Доли ПДК	Характеристика качества воды
	1 пг. 2006 г.	2 пг. 2006 г.	1 пг. 2007 г.				
				Хром общий	0,0067	1,3	загрязненная
				Нефтепродукты	0,065	1,3	
вдхр. Куртинское	1,74	2,19	2,76	Сульфаты	201,7	2,0	4 класс, загрязненная
				Азот нитритный	0,026	1,3	
				Медь	0,0101	10,1	
				Хром общий	0,0082	1,6	
				Фториды	0,91	1,2	
вдхр. Бартогай	1,77	2,36	2,39	Медь	0,0103	10,3	3 класс, умеренно загрязненная
				Хром общий	0,0062	1,2	

### 3 Радиационный гамма-фон на территории бассейна оз. Балкаш за 2 квартал 2007 г.

#### 2 квартал 2007 г.

Наблюдения за уровнем гамма излучения (мощностью дозы гамма-излучения) на территории бассейна оз. Балкаш во 2 квартале 2007 г. осуществлялись ежедневно на 8 метеорологических станциях (МС) Алматинской области, 1 МС Восточно-Казахстанской области и 1 МС Карагандинской области.

Средние значения мощности дозы гамма-излучения по населенным пунктам территории находятся в пределах 0,13...0,19 мкЗв/ч., а средние значения по областям в пределах 0,15...0,16 мкЗв/ч. В среднем по бассейну радиационный гамма-фон составил 0,15 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах [3]. По сравнению со 2-ым кварталом 2006 г. уровень радиационного фона значительно не изменился (табл. 6).

Таблица 6

Среднемесячные значения мощности дозы гамма-излучения по территории бассейна оз. Балкаш за 2 квартал 2007 г., мкЗв/ч

Населенный пункт	Значения гамма-фона		
	2 квартал 2006 г.		2 квартал 2007 г.
	среднее	среднее	максимальное
Алматинская область			
Алматы	0,15	0,15	0,16
Баканас	0,15	0,15	0,15
Жаркент	0,15	0,14	0,15
Капчагай	0,16	0,16	0,17
Лепсинск	0,17	0,16	0,18
Нарынкол	0,18	0,17	0,18
Сарыозек	0,13	0,13	0,13
Талдыкорган	0,14	0,15	0,15
По области	0,15	0,15	0,16
Восточно-Казахстанская область			
Акжар	0,18	0,19	0,20
По области	0,15	0,15	0,20
Карагандинская область			
Балхаш	0,16	0,16	0,16
По области	0,16	0,16	0,16

### 4 Состояние загрязнения почвы г. Балхаша тяжёлыми металлами за весенний период 2007 г.



Отбор проб проводился в пяти точках города весной 2007 г. Выбор точек был обусловлен наиболее полным охватом города, с учетом загруженности автомагистралей, промышленных объектов, а также школ и рекреационных зон. Анализ проб проводился на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы Shimadzu AA-6650, оснащенный автосамплером ASC-6100. Применялся метод беспламенной автоматизации.

Основными критериями качества являются значения ПДК загрязняющих веществ в почве (табл. 7). Ниже представлены результаты исследований.

Таблица 7

Предельно допустимые концентрации вредных веществ, загрязняющих почву, мг/кг \*

Вещество	ПДК
Кадмий	0,5
Свинец	32,0
Медь	33,0
Хром	6,0
Цинк	23,0

*Примечание.\** Совместный приказ Министерства здравоохранения РК от 30.01.2004 г. № 99 и Министерства охраны окружающей среды РК от 27.01.2004 г. № 21-п

#### г. Балхаш

В районе ТЭЦ содержание свинца составило 11,4 ПДК, кадмия – 10,9 ПДК, меди – 7,8 ПДК, хрома и цинка – 4,4...5,0 ПДК.

В районе ПО «Балхашцветмет» и поликлиники ПО «Балхашцветмет» концентрации кадмия достигали 9,9...27,3 ПДК, свинца – 9,1...15,1 ПДК, меди – 9,8...10,9 ПДК, хрома – 4,2...4,8 ПДК, цинка – 3,9 ...10,0 ПДК.

На пересечении ул. Ленина и ул. Алимжанова и парковой зоны концентрации кадмия находились в пределах 1,2...2,0 ПДК, свинца – 1,4...2,7 ПДК, меди – 2,3 ПДК, хрома – 2,2...3,0 ПДК, цинка – 1,5...2,2 ПДК (Табл. 8).

Таблица 8

Характеристика загрязнения почвы тяжёлыми металлами за весенний период 2007 г. на территории г. Балхаша

Место отбора	Примесь	Концентрация	
		мг/кг	доля ПДК
500 м от ТЭЦ	Кадмий	5,5	10,9
	Свинец	363,4	11,4
	Медь	255,9	7,8
	Хром	26,4	4,4
	Цинк	115,4	5,0

Место отбора	Примесь	Концентрация	
		мг/кг	доля ПДК
500м от ПО «Балхашцветмет»	Кадмий	13,7	27,3
	Свинец	482,1	15,1
	Медь	360,1	10,9
	Хром	28,9	4,8
	Цинк	230,6	10,0
Поликлиника ПО «Балхашцветмет»	Кадмий	5,0	9,9
	Свинец	290,0	9,1
	Медь	322,7	9,8
	Хром	25,3	4,2
ПНЗ №3	Цинк	89,4	3,9
	Кадмий	1,0	2,0
	Свинец	86,2	2,7
	Медь	77,4	2,3
	Хром	18,2	3,0
Парковая зона	Цинк	50,6	2,2
	Кадмий	0,6	1,2
	Свинец	45,2	1,4
	Медь	75,2	2,3
	Хром	13,3	2,2
	Цинк	33,4	1,5

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госком по гидрометеорологии. – М.: 1988. – 10 с.
2. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. – М.: 1991. – С. 383 - 425.
3. СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Алматы, Агентство по делам здравоохранения РК. 2000. – 80 с.

Центр экологического мониторинга окружающей среды РК, г. Алматы

#### **БАЛҚАШ КӨЛІ БАССЕЙІНІ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫНЫҢ 2007 ЖЫЛДЫҢ 1- ШІ ЖАРТЫ ЖЫЛДЫҒЫНДАҒЫ ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫ ЖӨНІНДЕ ҚЫСҚАША АҚПАРАТ**

Геогр. ғылым. канд.   Э.А. Тұрсынов  
                                   И.О. Сыдықова  
                                   Ж.К. Турениязова  
                                   А.М. Бажиева

*Қоршаған ортаның ластануы туралы ақпарат «Қазгидромет» РМК Ұлттық гидрометеорологиялық қызметтің бақылау орындарында қоршаған ортаның экологиялық*

*мониторингін жүргізу жөніндегі арнаулы бөлімшелерінің негізінде дайындалды.*

**К 75-ЛЕТИЮ ВИДНОГО УЧЕНОГО-ГЛЯЦИОЛОГА  
ЕВГЕНИЯ НИКОЛАЕВИЧА ВИЛЕСОВА**

4 августа 2007 г. исполнилось 75 лет одному из ведущих гляциологов Казахстана и СНГ, доктору географических наук, профессору кафедры физической географии и геоэкологии КазНУ им аль-Фараби Евгению Николаевичу Вилесову.

Еще в студенческие годы судьба свела его с известным исследователем ледников Л.Д. Долгушиным, который «пробудил» в нем интерес к гляциологии. Уже спустя три года он принимает участие в экспедиции на почти неизученные тогда ледники Джунгарского Алатау, а в 1957 г. становится сотрудником Сектора географии Академии наук Казахской ССР и полностью посвящает себя гляциологической науке. Своими учителями в области изучения ледников он считает, прежде всего, академика АН КазССР Н.Н. Пальгова и К.Г. Макаревича.

В это время в Секторе географии развернулись широкие исследования ледников сначала по программам Международного геофизического года (МГГ), а затем-Международного гидрологического десятилетия и интернациональной программе изучения колебаний ледников. Е.Н. Вилесов активно

включается в процесс исследований, изучает особенности диагенеза снежно-го покрова, температурный режим ледниковых толщ. В 1962 г. впервые в мировой гляциологической практике им осуществлено бурение и термозондирование льда до глубины 10 м на самых высоких вершинах Заилийского Алатау, включая пик Талгар. Три тома данных о температуре в толще льда вошли в анналы МГГ, а итогом этих исследований стала монография «Оледенение Заилийского Алатау» (совместно с Н.Н. Пальговым, К.Г. Макаревичем и др.), а также защищённая в 1969 г. кандидатская диссертация по теме «Тепловой режим ледников Заилийского Алатау».

Начиная с 1966 г., Е.Н. Вилесов занимается созданием Каталога ледников Казахстана. Им подготовлено и опубликовано семь частей Каталога, охватывающих все горно-ледниковые бассейны Республики – от Алтая и Саура до Западного Тянь-Шаня (кроме Джунгарского Алатау).

С годами круг научных интересов Е.Н. Вилесова постоянно расширялся. В 70...80-е гг., помимо изучения снега и термики льда (в том числе на высокогорном катке Медео), он исследует теплофизические параметры льда – теплопроводность, температуропроводность и плотность, режим и баланс массы ледников, ледниковый сток и его роль в общем стоке горных рек, зональность льдообразования и внутреннего питания ледников, жидкий сток из областей аккумуляции, влияние метеофакторов на таяние снега и льда, связь абляции с атмосферной засухой, палинологию, химизм льда и талых вод, разработал методику реконструкции баланса массы ключевых ледников. В эти же годы он проводит уникальный комплекс 5-летних экспериментов по оценке степени репрезентативности гляциогидрометеорологических измерений на разных ледниках Заилийского Алатау по определению величины температурного скачка при переходе от неледниковой поверхности к ледниковой и др. Результаты этих исследований отражены в монографии «Ледники Туюксу» (совместно с К.Г. Макаревичем и др.).

При этом Е.Н. Вилесов участвует в экспедициях (а всего он провёл 3 зимовки и 45 полевых сезонов) не только в Заилийском, но и в Джунгарском Алатау, Угамском хребте (Западный Тянь-Шань), в Кунгей-Алатау, на Алтае (Берельские ледники), на Памире (ледник Медвежий), на Кавказе (ледник Марух). Но, конечно, наибольшее внимание всегда уделялось леднику Туюксу, на котором юбиляр бывает ежегодно вот уже в течение 45 лет, последний раз – в сентябре 2007 г. Во многом благодаря исследо-

ваниям Е.Н. Вилесова ледник Туюксу является одним из самых изученных на нашей планете.

Работа в экстремальных условиях гляциальной зоны раскрывает характер человека. Скромность и порядочность, коммуникабельность и оптимизм Евгения Николаевича, его спокойствие и уверенность вносили во взаимоотношения с коллегами по экспедиции здоровый дух сотворчества и взаимопонимания, чувства товарищества, поддержки и терпимости. Будучи начальником отрядов и экспедиций, он выполнял любую работу, считая свои демократические установки обычной нормой.

С 1981 г. начинается новый этап жизни юбиляра – его педагогическая деятельность на кафедре физической географии КазНУ им. аль-Фараби. Более 25 лет он преподает основные и специальные курсы – «Физическая география материков и океанов», «Физическая география Казахстана», «Общая гляциология», «Гидрология ледников», «Современные проблемы гляциологии» и др., руководит зональной практикой. Под его руководством подготовлены сотни курсовых работ, 90 дипломных работ и магистерских диссертаций. Руководимые им научные студенческие работы неоднократно занимали первые места на конкурсах различного уровня. Евгений Николаевич пользуется заслуженным уважением и авторитетом, как у студентов, так и у своих коллег-преподавателей.

Несмотря на большую занятость в учебном процессе, Е.Н. Вилесов продолжал гляциологические исследования. Его интересы сосредоточились на оценке запасов льда Тянь-Шаня (включая его китайскую часть), пространственно-временной изменчивости крупных ледниковых систем за прошедшее столетие, локальном и региональном мониторинге и динамике баланса массы и ледникового стока, выявлении реакции горного оледенения на изменения климата, прогнозировании состояния и размеров ледников в близком и отдалённом будущем. Эти вопросы нашли отражение в книгах «Оледенение Тянь-Шаня» (под ред. М.Б. Дюргерова и Се Зичу) и «Современные проблемы гляциологии», а также в защищённой в 1997 г. в Институте географии МОН РК докторской диссертации «Эволюция внутриконтинентальной ледниковой системы в 20 веке (на примере северного склона Заилийского Алатау)» и итоговой монографии «Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в 20 веке» (совместно с В.Н. Уваровым).

Е.Н. Вилесов участвовал с докладами на международных конгрессах, симпозиумах и конференциях. Он – автор более 300 научных и методических трудов, в т.ч. 20 книг, опубликованных в разных изданиях РК, ближ-

него и дальнего зарубежья, серии карт в Атласе Казахской ССР, в Атласе снежно-ледовых ресурсов мира, Национальном атласе Республики Казахстан, множества научно-популярных статей в периодической печати. Е.Н. Вилесов является членом Международной гляциологической ассоциации. Его именем назван ледник в Киргизском хребте (бассейн р. Аламедин).

И ныне профессор Е.Н. Вилесов находится в расцвете творческих сил, полон новых идей и замыслов, работает над очередной монографией о ледниках Джунгарского Алатау. Имея обширные знания и большой опыт, он щедро делится ими со студентами и специалистами и устремлен к новым достижениям в науке и педагогике.

Желаем Евгению Николаевичу крепкого здоровья, счастья, благополучия и дальнейших успехов в научной и педагогической деятельности.

Коллектив РГП «Казгидромет»,  
Редколлегия журнала