

*Қазақстан Республикасының
қоршаған ортаны қорғау
Министрлігі*

*Министерство охраны
окружающей среды Республики
Казахстан*

«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 1

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

№ 1 (44)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство

№ 1538 от 14 марта 1995 г.

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

Подписано в печать

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

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

Цена договорная.

Отпечатано в ТОО «Рейс. Издательство и Полиграфия».

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

О.Е. Семенов	
О влиянии увлажнения песка на его ветровой перенос.	7
Е.Н. Вилесов	
Изменение климата высокогорья Илейского Алатау в условиях глобального потепления.	29
В.В. Голубцов, В.И. Ли	
Определение водопотребления в верхней части бассейна реки Кара Ертыс на территории КНР.	39
А.Ф. Мухамедгалиев, А.Х. Ахмеджанов, Б.Э. Бекмухамедов, Т.К. Караданов, А.А. Мухамедгалиев	
Космический мониторинг ледового покрова на Каспийском море с использованием ИСЗ «RADARSAT-1».	47
С.К. Давлетгалиев	
Статистический анализ рядов годового стока рек Урала – Эмбинского района.	56
В.В. Голубцов	
Определение нормы годового стока малых рек и временных водотоков засушливой зоны Казахстана.	65
Л.П. Мазур, Т.В. Маринович	
Оценка гидроклиматических показателей в горных районах Илейского Алатау.	75
Б.Б. Айтымова, А.Т. Калибаева	
Оценка влияния агротехнических мероприятий на сток основных рек Ишимского водохозяйственного бассейна.	88
Ө.Ж. Сағымбай	
Іле өзені алабы аумағындағы (Қазақстандық бөлігі) гляционимдер.	96
С.С. Сейтов	
О состоянии атмосферного воздуха Кызылординской области и влияние его загрязненности на здоровье населения.	105

Т.И. Будникова, Р.В. Плохих	
Экзодинамические процессы как индикатор экологического состояния ландшафтов Акмолинской области.	111
Р.Ю. Токмагамбетова	
Влияние экологической обстановки на состояние здоровья населения Акмолинской области.	125
А.У. Маканова	
Техногенное воздействие на ландшафты в Республике Казахстан.	137
Р.В. Плохих	
Ландшафтно-экологическая индикация состояния Жамбылской природно-хозяйственной системы.	147
Е.В. Куликова	
Апробация метода оценки качества воды по величине комбинаторного индекса загрязненности (на примере Бухторминского водохранилища).	159
С.Д. Магай, Ф.Ф. Вышпольский	
Экологические основы снижения техногенного воздействия агроэкосистем на природную среду.	164
К.Т. Елеуова	
О применении метода Гумбеля к аппроксимации распределения средней максимальной температуры воздуха и суточных максимумов осадков.	170
ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ	
А.Б. Калелова, Т.Г. Царева	
О состоянии загрязнения окружающей среды Республики Казахстан в 4 квартале 2006 г.	185
Н.И. Ивкина, Т.П. Строева	
Гидрометеорологические условия в районе гибели тюлений на Каспийском море весной 2007 г.	193
Ю.М. Попов, Р.А. Гаврилов, М.М. Бураков, Т.В. Колча, В.Р. Кубаев, Е.А. Тажмагамбетов	
Современное экологическое состояние окружающей среды месторождения Северные Бузачи.	201

CONTENTS

SCIENTIFIC ARTICLES

O.E. Semenov About influence of sand moistening to its wind transfer.	7
E.N. Vilesov Change of the Iliysky AlaTau mountain climate in the global warming conditions.	29
V.V. Golubtsov, V.I. Lee Water use assessment in the Black Ertis River basin top in the Chinese People's Republic territory.	39
A.F. Mukhamedgaliev, A.H. Akhmedjanov, B.E. Bekmukhamedov, T.K. Karadanov, A.A. Mukhamedgaliev Space monitoring of the Caspian sea ice cover using «Radarsat-1» data. . .	47
S.K. Davletgaliyev The statistical analysis of the series of an annual runoff the Ural-Embinsky region rivers.	56
V.V. Golubtsov Normal annual runoff determination for the small rivers and ephemeral streams of the Kazakhstan's arid zone.	65
L.P. Mazur, T.V. Marinovich Estimation of the hydroclimatology characteristics in the mountain regions of the Iliysky AlaTau.	75
B.B. Aitymova, A.T. Kalibayeva Estimation of the agrotechnical procedures influence to the Ishim water-economic basin main rivers' runoff.	88
O.ZH. Sagymbai Glyacionims of the Ile River basin (Kazakhstanian part).	96
S.S. Seitov About a atmospheric air condition of the Kyzylorda region and its pollution effect to population health.	105
T.I. Budnikova, R.V. Plokhikh Exo-dynamic processes as ecological state indicator of the Akmola oblast landscapes.	111

R.U. Tokmagambetova	
Ecological situation effect to the Akmola oblast population helth.	125
A.U. Makanova	
Technogenic influence to the landscapes in the Republic of Kazakhstan	137
R.V. Plokhikh	
Landscape ecological indication of the ZHambyl natural economical system conditions.	147
YE.V. Kulikova	
Approbation of water quality estimation method in magnitude of the pollution combinatorial criterion (in terms of the Bukhtarma water reservoir).	159
S.D. Magay, F.F. Vyshpolsky	
Ecological element of technological agroecosystem impact reduction to the natural environment.	164
K.T. Eleuova	
About the Gumbel's method application for approximation of average maximal temperature air distribution and daily maxima of precipitation.	170
REVIEWS AND CONSULTATIONS	
A.B. Kalelova, T.G. TSareva	
Environmental pollution condition of the Republic of Kazakhstan in the forth quarter 2006.	185
N.I. Ivkina, T.P. Stroyeva	
Hydrometeorological conditions at the Caspian Sea region seal's death in the spring 2007.	193
Yu. M. Popov, R.A. Gavrilov, M.M. Burakov, T.V. Kolcha, V.R. Kubaev, E.A. Tazhmagambetov	
Environment up-to-date conditions of the northern Buzachi Oil deposit.	201

УДК 551.553.8 + 631.43

**О ВЛИЯНИИ УВЛАЖНЕНИЯ ПЕСКА НА ЕГО
ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС**

Канд. физ.– мат. наук О.Е. Семенов

*Рассмотрено влияние влаги на процесс ветрового переноса песка. Получены временные масштабы высыхания поверхностного слоя увлажненного песка толщиной 0,27 и 0,45 мм при умеренных и сильных ветрах до максимальной гигроскопической влажности. Для оптимальных условий испарения влаги при умеренных скоростях ветра для высыхания поверхностного слоя песка требуется от 10 до 30 мин, при сильных ветрах – от 2...3 до 6...8 мин в зависимости от их скорости. Общий расход песка над такой подсыхающей поверхностью во время песчаных бурь снижается в 10...12 раз по сравнению с сухим песком, критическое значение динамической скорости потока u_{*k} , при котором начинается ветровой перенос частиц, возрастает в 1,7...2 раза.*

Во время пыльной бури для вылета свободно лежащей на поверхности сухой частицы размером 100 мкм достаточно воздействия на неё направленной вверх силы давления $P \approx 2$ Па (или 2 Н/м^2). Величина этой силы, действующей со стороны ветра на поверхностные частицы при больших скоростях потока, достигает, по измерениям А.К. Дюнина с сотрудниками, порядка 10 Н/м^2 (перепад нормального давления в пограничном слое аэродинамической трубы был у них около 1 мм водного столба) [3].

Мокрая поверхность почв, как известно, не подвергается выдуванию даже сильными ветрами. Когда все поры почвы заполнены водой, отрыв частицы ветром невозможен, так как подъемная сила, действующая со стороны ветра, по величине значительно меньше молекулярных сил взаимодействия молекул воды друг с другом и со смачиваемыми почвенными частицами. Так, приближенный расчет сил молекулярного взаимодействия воды и частиц грунта, приведенный в монографии С.В. Нерпина и А.Ф. Чудновского, дает порядок величины удельного молекулярного притяжения q_m для сферических частиц диаметром 1 и 500 мкм, соответственно, $3 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ и $6 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2$ [7]. Для наиболее опасных в отношении дефля-

ции частиц размером 100 и 200 мкм $q_m \approx 3 \cdot 10^3$ Н/м² и $q_m \approx 1,5 \cdot 10^3$ Н/м², т.е. примерный порядок величины $q_m \geq 10^3$ Н/м². Таким образом, силы взаимодействия воды с частицами грунта превосходят воздействие ветра на них в 100 и более раз. Сила сцепления молекул воды друг с другом значительно больше и достигает $3 \cdot 10^7$ Н/м² [2]. Поэтому мокрая поверхность почв и грунтов не поддается выветриванию.

При уменьшении содержания влаги в почве в результате её испарения происходит разрыв водных капилляров пор. Вода распределяется дискретными кольцами (стыковыми манжетами), каждое из которых окружает точку соприкосновения двух частиц, и в виде тонкой пленки, толщиной в несколько молекул воды, покрывающей остальную поверхность частиц. Очевидно, что и в этом случае вероятность отрыва и переноса частиц ветром близка к нулю из-за действия тех же молекулярных сил. При дальнейшем уменьшении влажности почвы будет происходить уменьшении размеров стыковых манжет и, наконец, они полностью исчезнут. Влажность почвы в момент исчезновения стыковых манжет, когда на частицах остается лишь тонкий слой пленочной влаги, соответствует величине критической влажности, так как только при этих условиях существует реальная вероятность отрыва частиц ветром [11].

Влажность, обусловленная тонкими молекулярными слоями воды на частицах почвы, в условиях полного насыщения воздуха парами испаряющейся воды, соответствует максимальной гигроскопической. Таким образом, у почв с одноступенчатой структурой (песков) критическая влажность W_k равна максимальной гигроскопической $W_k = W_{м.г.}$. К такому выводу пришел Б.П. Орлов при изучении ветрового переноса песка в пустынях Средней Азии [8]. Позже этот вывод Орлова был подтвержден и автором этой статьи [11]. Величина $W_{м.г.}$ определяется удельной поверхностью частиц, т.е. их размером. Поэтому численное значение W_k для реальных почв и грунтов с различным размером слагающих их частиц будет неодинаковым и является функцией параметров распределений частиц по размерам. Для песков Казахстана $W_{м.г.}$ изменяется в интервале от 0,37 до 1,45 % [6].

Пока влажность поверхностного слоя частиц больше W_k , они не могут переноситься ветром. Поэтому возникает вопрос о том, как долго могут сохраняться защитные свойства влаги, т.е. сколько времени необходимо на снижение влажности тонкого поверхностного слоя почвы до зна-

чения W_k . До настоящего времени исчерпывающего количественного ответа на него не дано, так как нет данных по систематическому, последовательному во времени, измерению влажности указанного слоя почвы.

Процессы инфильтрации и высыхания поверхности песков

После весеннего снеготаяния в песчаной пустыне влага опускается в глубинные слои, а верхний слой песка быстро просыхает. Поверхностный слой песка в пустынях большую часть теплого периода года является сухим, имеющим влажность, равную гигроскопической W_g . В условиях северных пустынь Казахстана мощность такого поверхностного слоя достигает 2...4 десятка сантиметров. Выпадающие на поверхность песка осадки, вследствие их инфильтрации, приводят к намоканию верхнего просохшего слоя, или его части, влагой. Глубина промачивания песка зависит от количества и интенсивности выпавших осадков, предшествующего увлажнения его верхнего слоя.

Исследования влияния количества выпавших осадков на величину промоченного слоя песка в естественных условиях мне не известны. Лишь М.П. Петров заметил, что выпадение одного миллиметра осадков приводит к промачиванию слоя песка толщиной в 1...1,5 см [9]. О зависимости глубины проникновения влаги в песчаные грунты h_x от количества осадков x можно получить представления по данным лабораторных опытов И.С.Васильева, описанным в монографии А.А. Роде [10]. Водоудерживающая способность среднезернистого песка изучалась Васильевым на частицах трех фракций следующих размеров: 0,1...0,25; 0,25...0,5 и 0,5...1 мм. Сухие колонны частиц песка в стеклянных трубах увлажнялись сверху различным количеством воды. После увлажнения велись наблюдения за скоростью перемещения границы слоя подвешенной капиллярной влаги в течение трех суток, и определялась влажность промоченного слоя.

В результате экспериментов было установлено, что в поверхностных слоях песка создается сплошной слой капиллярно подвешенной воды с влажностью грунта, равной наименьшей влагоемкости $W_{нв}$. Обязательным условием создания такого слоя является существование песка перед его увлажнением в сухом состоянии. Если грунт имеет даже небольшую влажность порядка 2...3%, то поступающая на поверхность вода немедленно просачивается вниз, оставляя в верхних слоях небольшое количество стыковой влаги [10]. Существует предельная масса воды, удерживаемая капиллярными силами. Этой массе соответствует и предельная глуби-

на промачивания h_x . При ее достижении большая часть воды, находящейся в промоченном слое, быстро стекает вниз. В верхних слоях песка остается всего 0,1...0,2 от первоначально задержанной в них массы влаги. Предельная глубина промачивания больше у мелкого песка. В опытах Васильева на частицах размером 0,1...0,25 мм критическая глубина промачивания достигала 17,7..19,8 см с наименьшей влагоемкостью песка $W_{не} = 21...24\%$ (от объема) при поливе слоем воды 70 мм.

Для определения мощности промоченного слоя h_x от количества подаваемой воды x (в мм слоя), на рис. 1 по результатам измерений Васильева нами построена зависимость $h_x = f(x)$, которая позволяет оценивать h_x по количеству выпавших атмосферных осадков.

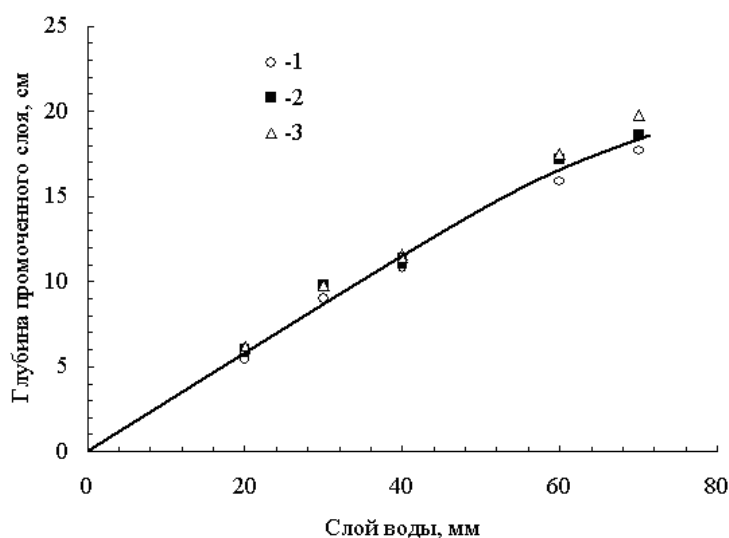


Рис. 1. Зависимость глубины промоченного слоя песка от количества воды, поступившей на поверхность сухого песка различного размера: 1 – 0,5...1 мм, 2 – 0,25...0,5мм, 3 – 0,1...0,25 мм по результатам экспериментов И.С. Васильева (Роде [10]).

После выпадения осадков и быстрого опускания влаги вниз под действием силы тяжести и капиллярных сил начинается её передвижение к поверхности песка вследствие испарения. При испарении вертикальный поток влаги внутри почвы E_w передвигается в жидкой фазе к испаряющей поверхности в пределах всего промоченного слоя. Скорость её передвижения не может быть больше испаряемости E_0 . Ещё в начале 20-го века Коссович [1, 10] описал процесс испарения воды почвогрунтами. Оказалось, что его можно разделить на три различных стадии. Так как нас инте-

ресует оголенная поверхность, то остановимся на описании этого процесса только для неё. Первая стадия испарения наблюдается после выпадения осадков и продолжается непродолжительное время до тех пор, пока поверхность почвы (песка) остается влажной. В этот период испарение с оголенной поверхности равно испаряемости E_0 и полностью определяется метеорологическими параметрами приземного слоя атмосферы.

Образование высушенного поверхностного слоя начинается в момент времени t_0 , когда испаряемость превысит вертикальный поток влаги в почве, т.е. при выполнении условия $E_0 > E_w$ или $(E_0 - E_w) > 0$. На второй стадии, когда уже образовался высохший поверхностный слой, испарение определяется скоростью притока воды за счет капиллярных сил к испаряющей влажной поверхности внутри грунта и движения влаги в виде пара в высохшем верхнем слое. Влияние уменьшения влагосодержания в верхних подсыхающих слоях грунта или почвы на испарение менее значительно, чем потока воды из более глубоких слоев.

Последняя, третья, стадия наступает при прекращении вертикального потока жидкости из нижних слоев к дневной поверхности, и испарение определяется только потоком водяного пара. Для нас важно рассмотреть первую фазу процесса и оценить количественно время её существования на подвижном песке.

Во время первой стадии процесса испарения следует выделить два временных интервала. Первый (t_1) – когда скорость вертикального потока влаги в песке E_w равна или больше значения испаряемости E_0 . В этот период времени поверхность песка остается влажной, так как вода успевает поступать к поверхности из глубинных слоев. Во второй интервал (t_2), когда испаряемость становится больше притока влаги из глубинных слоев к поверхности, идет, собственно, сам процесс высушивания поверхностного слоя песка до значения максимальной гигроскопической влажности W_{me} , а затем – до гигроскопической W_c .

Время защищенности песка от выдувания после момента, когда испаряемость превысит скорость притока влаги к поверхности, казалось бы, легко определить из отношения запаса подвижной влаги в слое толщиной в несколько диаметров частиц $(V - V_{me})$ к разности потоков влаги $(E_0 - E_w)$, т.е.

$$t_2 = \frac{(V - V_{me})}{E_0 - E_w}, \quad (1)$$

где $V_{мг}$ – связанная максимальная гигроскопическая влага, $(V - V_{мг})$ измеряется в мм, а $(E_0 - E_w)$ – мм/час. К сожалению, воспользоваться этой формулой для точного определения t_2 невозможно из-за трудностей определения входящих в неё параметров. Но её анализ позволяет лучше понять физику процесса и получить оценку его временного масштаба (t_2).

Измерить минимальную толщину высыхающего слоя и его влагозапасы, при достижении которых в момент сушки возможен отрыв частиц ветром, пока никому не удалось и, по-видимому, не будет она измерена и в будущем. Оценить масштабы этого слоя и его влагосодержания можно на модели идеальной почвы. При гексагональной упаковке сферических частиц диаметром 100 мкм поверхностный слой, состоящий из трех слоев частиц, имеет толщину 275 мкм, из пяти слоев частиц – 450 мкм. Объем пор составляет 0,37 от всего объема почвы. Поэтому запас влаги в трех – пятислойной толще поверхностного слоя при полном заполнении пор водой достигает, примерно, 0,1...0,15 мм.

Определить испарение экспериментальными методами в песчаной пустыне можно двумя методами: путем организации градиентных измерений температуры и влажности воздуха в приповерхностном слое или проведения наблюдений за тепловым и радиационным балансом поверхности. Проведение экспериментальных исследований испаряемости и испарения в песчаных пустынях крайне сложно, поэтому, видимо, эмпирические данные по ним если и есть, то крайне ограничены и трудно доступны. Выполненные нами градиентные измерения во время высыхания песчаной поверхности не позволили получить значений испарения вследствие формирования температурных инверсий испарения и очень малых градиентов скорости ветра. Результаты этих измерений приведены далее в табл. 2. Исследования теплового баланса в песчаных пустынях Средней Азии проводились Б.А. Айзенштатом и К.В. Кувшиновой. Но они, к сожалению, не годятся для решения нашей задачи. Айзенштат принимал песок сухим и исключил из уравнения теплового баланса потери тепла на испарение. Кувшинова по своим наблюдениям рассчитывала месячные значения испарения [5]. Поэтому для оценки суточного хода испаряемости пришлось привлечь результаты теплорасчетных исследований А.И. Будаговского по определению испаряемости и испарения на орошаемых землях в Ферганской долине, приняв их в качестве приближенных, при оценке масштаба времени высушивания поверхностного слоя песка в пустынях (рис. 2) [1].

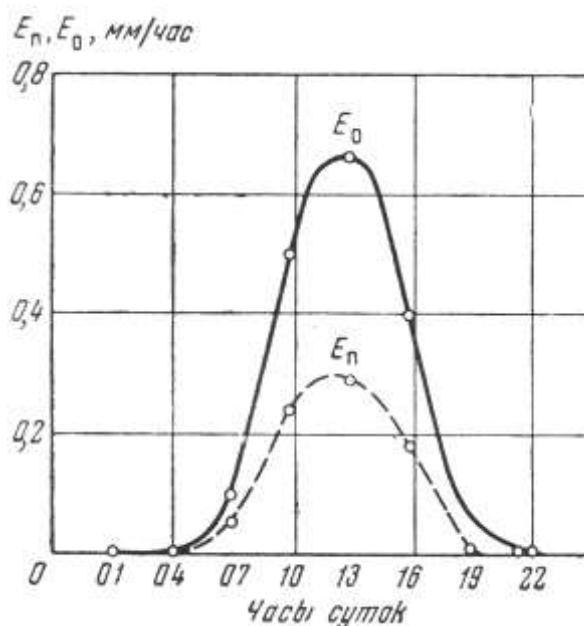


Рис. 2. Суточный ход испаряемости E_0 и испарения воды почвой E_n в мае – июне месяцах в Ферганской долине по А.И. Будаговскому [1].

Как хорошо видно на рисунке, E_0 в ясную солнечную погоду изменяется в течение суток от сотых долей миллиметра в час в ранние утренние часы, до своего максимума 0,65 мм/час в полдень и плавно снижается до нуля к 22 часам. Процесс испарения с поверхности почвы заканчивается значительно раньше, к 19 часам, по-видимому, из-за быстрого радиационного выхолаживания поверхности вследствие длинноволнового излучения. Поэтому длительность высыхания песчаной поверхности зависит и от момента начала процесса испарения влаги с неё. Ведь намокание почвенного покрова теоретически возможно в любое время суток.

Следующий параметр, входящий в знаменатель формулы (1), это вертикальный поток влаги в почве к испаряющей поверхности E_w . Будаговский предлагает рассчитывать его по формуле

$$E_w = \gamma(W_n - W_{\text{врк}}), \quad (2)$$

где W_n – влажность почвы, $W_{\text{врк}}$ – влажность разрыва капилляров. Если E_w выражать в мм/сут, а W_n и $W_{\text{врк}}$ – в % к объему почвы, то коэффициент γ для различных почв имеет значения от 0,7 до 1,5 мм/сут. К сожалению, Будаговский не конкретизирует значения γ по типам почв, и можно лишь предполагать, что у песков он ближе к его максимальному значе-

нию. Пока нет простых методов определения влажности разрыва капилляров $W_{врк}$ в реальных почвах. Поэтому нет и надежных данных её значений. По мнению Роде, влажность разрыва капилляров может составлять у различных почв от 57 % до 89 % от наименьшей влагоемкости $W_{нв}$ [10]. По сообщению С.А. Вериги и Л.А. Разумовой, агрометеорологи гидрометеорологической службы в своей практической работе используют значение влажности разрыва капилляров $W_{врк}$, равное $0,55 W_{нв}$ [2]. Примем это значение и определим максимально возможную скорость притока влаги к испаряющей поверхности песка E_w при влажности $W_n = W_{нв}$, так как при $W_n < W_{нв}$ поток влаги будет всегда меньше. Тогда (2) можно записать для наших вычислений в виде

$$E_w = 0,45 \cdot \gamma \cdot W_{нв} .$$

В справочнике по водно-физическим параметрам почв пустынной зоны Казахстана для связных и рыхлых песков приведены значения $W_{нв}$, которые изменяются в пределах 5...11,2 % от массы или 8,3...16,2 % – от объема [6]. Таким образом, имеем для различных типов песков значения коэффициента γ около 1,5 мм/сут и наименьшую влагоемкость $W_{нв}$ – от 8,3 до 16,2 %. Для этих, принятых нами значениях γ и $W_{нв}$, получаем изменяющийся для различных типов песков и размеров их частиц вертикальный поток влаги E_w в интервале 0,22...0,45 мм/час.

Рассмотрим возможные метеорологические сценарии процесса высушивания тонкого поверхностного слоя песка для этих крайних значений E_w . Летом осадки в пустыне бывают обычно в виде ливней при прохождении холодных фронтов либо при развитии внутримассовой кучево-дождевой облачности. При прохождении холодных фронтов второго рода за линией фронта быстро наступает прояснение и тотчас же начинается испарение выпавших осадков. Так же быстро начинается процесс испарения и после ливневых осадков из внутримассовых кучево-дождевых облаков. Однако последние обычно бывают в конце второй половины дня, когда испаряемость уже меньше вертикального потока влаги в грунте. Поэтому высыхание поверхности, как правило, затягивается до следующего дня. При прохождении холодных фронтов осадки могут быть в любое время суток. Если они выпадают после полудня или ночью, испаряемость в это время уже меньше влажности разрыва капилляров и поверхность также остается влаж-

ной до утра следующих суток. Другим источником слабого увлажнения поверхности песка в пустынях являются ночные росы, содержание воды в которых не превышает 0,1...0,5 мм. Процесс высушивания поверхностного слоя песка во всех этих случаях начинается в утренние часы.

В осенние месяцы, когда радиационный баланс R значительно уменьшается, увеличивается и время высушивания поверхности. При небольших значениях R испаряемость становится очень малой и при $E_0 < E_w$ поверхность остается влажной длительное время. Наконец, когда R становится отрицательной величиной, почвенная влага перестает перемещаться к дневной поверхности и замерзает.

Весной, после схода снежного покрова, когда радиационный баланс днем становится положительным, высушивание поверхности начинается сразу после восхода солнца. Но скорость процесса будет конечно медленнее, чем в летние месяцы вследствие меньших значений параметров, входящих в знаменатель формулы (1). Высушивание поверхности песка в этот период года может растянуться на несколько суток, если не будет сильных ветров, которые значительно её ускоряют.

Влияние скорости ветра на процесс испарения почвенной влаги

О влиянии скорости ветра на испарение существуют различные мнения. Многие авторы, основываясь на своих личных впечатлениях, считают, что сильный ветер приводит к быстрому иссушению почв, особенно в период суховея. Другие считают роль ветра в высушивании почвы преувеличенной. Однако моделей для количественных оценок испарения влаги при сильных ветрах нет.

А.Р. Константинов [4] предложил модель расчета испарения по данным градиентных метеорологических измерений

$$E = 0,30 \cdot \gamma \cdot \alpha_e \cdot \frac{u_1}{\ln \frac{100}{z_0}} \cdot (e_{0,5} - e_{2,0}), \quad (3)$$

где E – испарение, мм/час, γ – коэффициент для учета влияния температурной стратификации, $\alpha_e = \frac{k_e}{k}$ – отношение коэффициентов турбулентного обмена для влаги к коэффициенту турбулентного обмена k , получаемого по методу теплового баланса, u_1 – скорость ветра на высоте одного метра, z_0 – параметр шероховатости поверхности, $e_{0,5}$ и $e_{2,0}$ – абсолютная влажность

воздуха на высотах 0,5 и 2,0 м. В своей монографии Константинов не приводит никаких ограничений по скорости ветра для использования расчетной формулы. По его модели испарение линейно растет с увеличением скорости ветра. Для условий, близких к безразличной стратификации, которые характерны для сильных ветров, произведение $\gamma \cdot \alpha_e \rightarrow 1$ и формула (3) для песчаной поверхности с $z_0 = 0,01$ см принимает вид:

$$E = 0,033 \cdot u_1 (e_{0,5} - e_{2,0}).$$

Формально, при увеличении скорости ветра от 1 до 10 м/с, следует ожидать, что испарение возрастет в 10 раз. На самом деле испарение увеличится менее значительно, так как с ростом скорости ветра произойдет уменьшение разности $(e_{0,5} - e_{2,0})$. Поэтому формула (3) не позволяет корректно определить увеличение испарения почвенной влаги с ростом скорости ветра. Для этого необходимо знать градиент влажности в момент измерения данной скорости ветра.

Иной подход к определению влияния ветра и недостатка насыщения воздуха влагой на структуру теплового баланса, а тем самым и на испарение, сделан Будаговским. Он считал, что прямолинейный подход в вопросах оценки влияния отдельных элементов погоды на испарение не совсем корректен, так как все метеорологические параметры атмосферы находятся в сложной корреляционной зависимости между собой, а испарение влаги определяется в основном затратами на него тепла. По его мнению, влиянию скорости ветра и гигрометрических параметров воздуха на испарение почвенной влаги отводится неправомерно большая роль. Он получил эмпирическую зависимость отношения затрат тепла на испарение LE к разности между радиационным балансом и потоком тепла в почву $R - B$ от скорости ветра u на большом объеме теплобалансовых измерений. Зависимость получена Будаговским для условий достаточного увлажнения почвы. Эта эмпирическая зависимость представлена им в виде линейной функции. Более точная аппроксимация эмпирических точек Будаговского получается следующей параболической зависимостью

$$\frac{LE}{R - B} = 0,899 + 0,01 \cdot u + 0,006 \cdot u^2, \quad (4)$$

которая приведена на рис. 3.

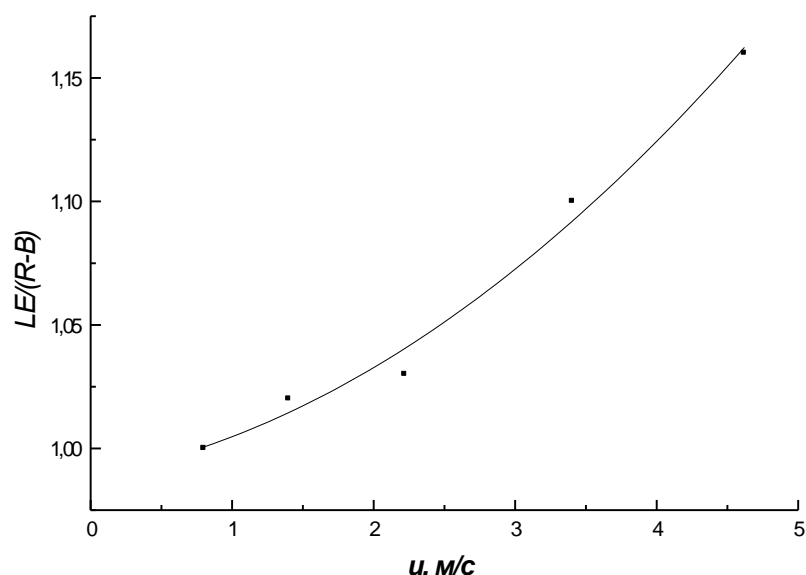


Рис. 3 Влияние скорости ветра на отношение затраты тепла на испарение LE к разности радиационного баланса R и потока тепла в почву B по данным Будаговского [1].

На рисунке видно, что затраты тепла на испарение при росте скорости ветра от 1 до 5 м/с увеличиваются лишь на 18 %. Это подтверждает правоту Будаговского – в исследованном им интервале слабых скоростей ветра влияние ветра на испарение не столь значительно. Поскольку оценок влияния больших скоростей ветра на испарение в литературе отсутствуют, придется воспользоваться экстраполяцией формулы (4) в область сильных и штормовых ветров. Расчеты показывают, что при скорости ветра 10 м/с отношение затрат тепла на испарение LE к разности $R - B$ возрастает в 1,7 раза, при 15 м/с – в 2,5 раза и при 20 м/с – в 3,6 раза. Таким образом, при больших скоростях ветра следует ожидать увеличения испарения почвенной влаги в 2...4 раза.

Определим время, необходимое для высушивания тонкого поверхностного слоя песка в мае – июле месяцах по формуле (1) при различных скоростях ветра, так как приближенная оценка значений входящих в неё параметров E_0 , E_w и $(V - V_{me})$ нам известна. В табл. 1 представлены полученные оценки времени высушивания поверхностных слоев песка толщиной в 3 и 5 диаметров частиц, содержащих в начальный момент процесса 0,1 и 0,15 мм влаги, соответственно. Результаты расчетов показали, что в различные дневные часы суток время высыхания тонкого поверхностного

слоя песка (t_2) занимает при слабом ветре 10...20 мин, уменьшаясь до 3...8 минут – при больших скоростях ветра.

Таблица 1

Время высыхания поверхностного слоя песка при различной скорости ветра и испаряемости

Скорость ветра, м/с	Время высыхания поверхностного слоя песка в минутах при испаряемости E_0 , мм/час			
	0,3	0,4	0,5	0,65
Слой толщиной в 3 диаметра частиц с запасом влаги 0,1 мм при слабом				
ветре	20	15	12	9
10	12	9	7	5
15	8	6	5	4
20	6	4	3	<3
Слой толщиной в 5 диаметров частиц с запасом влаги 0,15 мм при слабом				
ветре	30	22	18	14
10	18	13	11	8
15	12	9	7	6
20	8	6	5	4

**Экспериментальные исследования высыхания поверхностного слоя
песков и супесчаных сероземов**

Высыхание поверхностного слоя почвы экспериментально исследовалось нами ранее на светлых супесчаных сероземах Алматинской области [11]. Измерения проводились на участке сильно дефлированных супесчаных почв в системе полосного земледелия. На поверхности почвы был слой ветрового наноса мелкого песка мощностью 5...7 см с хорошо развитой эоловой рябью. Распределение частиц песка по размерам в этом слое хорошо аппроксимировалось логарифмически нормальной функцией с плотностью

$$f(x) = \frac{0,43429}{\sigma_{\lg x} x \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\lg x - \lg x_0)^2}{2\sigma_{\lg x}^2} \right],$$

где x – размер песчинок, мкм; x_0 – средний геометрический размер песчинок, мкм; $\sigma_{\lg x}$ – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц. Параметры функции имели следующие значения: $x_0 = 88$ мкм и $\sigma_{\lg x} = 0,12$. Аналогичные измерения влажности поверхностного слоя были

выполнены затем в песках Абдулкум ($x_0 = 90$ мкм, $\sigma_{lg,x} = 0,12$) и на песчаных барханах осушенного дна Аральского моря ($x_0 = 115$ мкм, $\sigma_{lg,x} = 0,14$).

Наблюдения за влажностью грунтов велись в дни с увлажненной осадками или обильной росой поверхностью. Основное внимание было уделено тонкому слою толщиной в 2...3 мм, пробы которого брались через интервалы времени в 30 минут до тех пор, пока вся деятельная поверхность не подсыхала по визуальной оценке до воздушно-сухого состояния. К сожалению, изучать влажность в более тонком слое песка на практике оказалось невозможно. Поэтому полученные нами экспериментальные значения масштабов времени высыхания поверхности из-за большой толщины исследуемого слоя, конечно же, имеют завышенные оценки. Но эти работы, проведенные в условиях слабых ветров, в основном, подтвердили результаты вычисления t_2 для тонкого слоя мощностью 0,275...0,45 мм.

Взятие образцов на глубинах 0,5...1; 1...2; 5...7; 10 и 20 см проводилось через 2 часа, так как изменения влажности почвы на этих глубинах происходит медленно. Результаты измерений показали, что при высыхании поверхности почвы влажность более глубоких слоев остается большой. При обильном увлажнении изменение влажности почвы с глубиной в слое 0...10 см часто хорошо следует экспоненциальной зависимости

На рис. 4 приведен такой пример, когда в 12 часов дня после выпадения обильных осадков в слое 0...10 см установилось распределение влажности почвы по глубине, близкое к этой функции, что позволило путем экстраполяции измерений проанализировать влажность верхнего слоя песка и показать насколько быстро она возрастает с глубиной. Тонкий поверхностный слой песка толщиной около 1,5 мм уже просох и имел гигроскопическую влажность в 0,6 %. На глубине 3...5 мм влажность уже равнялась 3...4 %. На глубине 10 мм она достигала 6 %, что составляет около 50 % от наименьшей полевой влагоемкости $W_{не}$ исследуемого песка. Приведенный пример наглядно показывает, что быстрому иссушению подвергается тонкий поверхностный слой песка, толщина которого соизмерима с размером нескольких частиц.

Во всех случаях наблюдений можно отметить некоторые уже известные общие закономерности, присущие процессу высушивания сильно увлажненной поверхности. В первые часы после восхода Солнца, почва подсыхала очень быстро, но не равномерно. За 1,5...2 часа влажность ориентированных на солнце микросклонов эоловой ряби уменьшалась с

10...12 % до 1...2 %, в то время как участки, находящиеся в тени, продолжительное время оставались более влажными (рис. 5). В это время пятнистость процесса высыхания может приводить к значительному разбросу экспериментальных данных. В дальнейшем, когда уже образовался высушенный поверхностный слой, скорость уменьшения влажности песка до величины гигроскопической W_g замедляется. Интересно отметить, что в течение всего времени измерений влажность почвы на глубинах свыше 10 см изменялась незначительно.

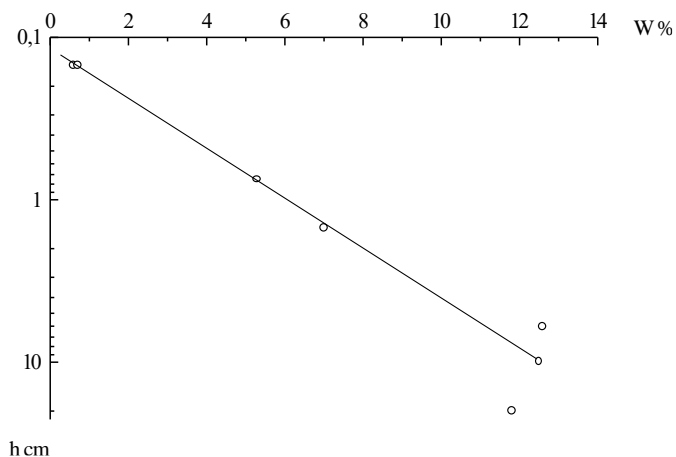


Рис. 4. Изменение влажности песчаной почвы в слое глубиной 20 см.



Рис. 5. Взятие проб песка на влажность из поверхностного слоя. Хорошо виден пятнистый характер высыхания поверхности.

В часы ускоренного высыхания поверхности из-за больших затрат тепла на испарение в приземном слое наблюдалась или инверсия температуры, или состояние, близкое к безразличной стратификации. В дни с сухой поверхностью почвы ночные инверсии температуры воздуха, как правило, в ясную погоду разрушались уже к 7...8 часам утра.

Результаты измерений влажности поверхностного слоя песка толщиной 2...3 мм и градиентных метеорологических измерений на осушенном дне Арала приведены в табл. 2.

В общем виде полученные экспериментальные данные по изменению влажности поверхности во времени можно аппроксимировать экспоненциальным выражением

$$(W - W_2) = (W_0 - W_2) \cdot e^{-\alpha(t-t_0)}, \quad (5)$$

где W – влажность поверхностного слоя, W_2 – гигроскопическая влажность, W_0 – начальная влажность поверхностного слоя, t_0 – время начала процесса высыхания, α – параметр, определяющий скорость высыхания поверхностного слоя, численное значение которого зависит от погодных условий.

В полученной формуле (5) изменяющимся параметром является также гигроскопическая влажность W_2 , значение которой определяется температурой, влажностью, давлением воздуха и размером частиц. Между α и W_2 существует тесная корреляционная зависимость с коэффициентом корреляции $r = 0,96$

$$\alpha = 0,87 + W_2.$$

Таблица 2

Изменение влажности песчаной поверхности и метеорологические параметры приземного слоя атмосферы на осушенной части дна Аральского моря

Время наблюдения		Влажность поверхностного слоя, %	Параметры приземного слоя на высоте							
			упругость водяного пара (гПа)		дефицит упругости (гПа)		скорость ветра (м/с)		температура воздуха (°C)	
час	мин		0,5 м	2,0 м	0,5 м	2,0 м	0,5 м	2 м	0,5 м	2,0 м
17 июня										
7	00	1,80	13,8	14,8	7,2	6,1	3,1	3,4	18,2	18,3
8	00	1,35	18,3	18,9	10,1	8,8	3,1	3,6	22,8	23,2
9	00	0,34	16,1	16,9	16,9	15,1	4,0	4,9	25,2	25,7

Время наблюдения		Влажность поверхностного слоя, %	Параметры приземного слоя на высоте							
			упругость водяного пара (гПа)		дефицит упругости (гПа)		скорость ветра (м/с)		температура воздуха (°C)	
час	мин		0,5 м	2,0 м	0,5 м	2,0 м	0,5 м	2 м	0,5 м	2,0 м
18 июня										
7	10	3,19	8,4	8,8	12,6	11,8	2,6	3,8	18,0	18,3
8	00	1,65	7,4	7,9	16,3	15,2	3,8	4,8	19,8	20,2
9	00	0,50	6,2	6,8	20,1	18,4	4,5	5,7	21,2	21,9
10	00	0,63	перенос песка							
11	00	0,25	перенос песка							
22 июня										
7	24	2,74	15,0	15,9	4,5	3,3	1,4	1,8	16,9	17,1
8	00	2,62	18,1	18,8	7,4	6,5	1,8	1,9	21,3	21,4
9	00	1,70	15,8	16,1	15,9	14,8	2,2	2,4	24,6	25,0
10	00	0,90	10,9	11,6	27,3	26,4	1,6	1,8	28,2	28,0
11	00	0,60	9,4	8,2	33,0	31,9	2,5	2,9	30,0	29,0
23 июня (после осадков, облачность низкая, 10 баллов)										
9	15	12,9								
10	15	5,32	12,3	12,2	21,7	22,0	0,8	1,0	26,2	26,3
11	00	3,32	12,7	13,6	23,6	22,5	3,1	3,3	27,3	27,2
12	00	1,70	9,4	9,2	34,3	31,6	1,2	1,3	30,5	29,3
13	00	0,7								

Численные значения α и W_2 для дней с выполненными измерениями оказались следующими:

$W_2, \%$	0,6	0,4	0,4	0,3	0,8	0,6	1,2	0,8	0,5
α	1,6	1,25	1,25	1,102	1,7	1,6	2,0	1,7	1,3

На рис. 6 представлены результаты измерений влажности поверхностного слоя почвы во времени и проведены построенные по формуле (5) кривые $W = f(t - t_0)$, где видна их неплохая согласованность. За начало координат оси времени принят момент, когда началось воздействие иссушающих факторов (солнечной радиации, температуры, ветра).

На левом графике рис. 6 проведена средняя кривая изменения влажности поверхности $W = f(t - t_0)$ для трех случаев её высыхания после обильных осадков, когда влажность во всем 20-ти сантиметровом слое песка достигала наименьшей влагоемкости $W_{нс} \approx 12\%$. Процесс для этих трех случаев шел практически одинаково. Критическая влажность поверхностно-

го слоя песка мощностью 2...3 мм была достигнута меньше чем за 2 часа. Такой же длительности оказался интервал времени и при исходной влажности поверхностного слоя песка $W_0 = 7,1\%$, так как в более глубоких слоях его влажность превышала влажность разрыва капилляров ($W_{ерк} \approx 0,55$, $W_{не} = 6,6\%$) и приток влаги к поверхности осуществлялся в виде жидкой фазы. Этот случай показан на правом графике рис. 6 (кривая 1).

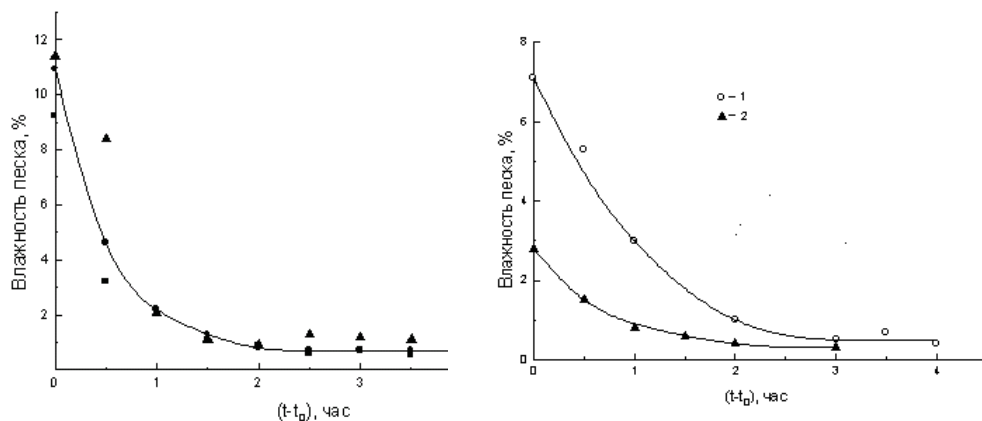


Рис. 6. Изменение влажности поверхностного слоя песка во времени. На левом графике – при обильном увлажнении песка осадками; на правом: 1 – при слабых осадках, 2 – увлажнение обильной ночной росой.

Если увлажнение песка меньше $W_{ерк}$, то капиллярного движения жидкости к высыхающему слою нет, есть только поток паров воды. В этом случае процесс высыхания поверхности идет быстрее. На рисунке это хорошо видно на правом графике по нижней кривой 2, где W_k была достигнута в течение часа.

На основании полученных результатов можно считать, что защитные свойства от дефляции увлажненной поверхности песка и почв с одноступенчатой структурой (супесчаных и песчаных) сохраняются летом в дневные часы непродолжительное время – не более 1...2 часов после начала воздействия иссушающих факторов. Даже при самых неблагоприятных для испарения погодных условиях (весь день облачность нижнего яруса 10 баллов, ветер слабый 2...3 м/с, температура воздуха на уровне 2 метров 16...17 °С), через четыре часа после прекращения выпадения осадков влажность поверхностного 2...3 мм слоя достигла W_k . Для высы-

хания более тонкого слоя поверхности песка (0,275...0,45 мм) требуется ещё меньше времени – от 10 до 30 мин при слабом ветре и от 2...3 до 6...8 мин при сильных ветрах.

Во время измерений влажности поверхностного слоя при умеренных скоростях ветра были отмечены слабые поземки песка, что позволило определить её значение для мелкого песка в момент его переноса. Влажность песка оказалась равной 1...1,2 %, что хорошо согласуется с полученным значением W_k на модели «идеальной почвы» и наблюдением Орлова, так как для мелкозернистого песка $W_{м.з.} \approx 1,3...1,4$ %.

Влияние увлажнения на интенсивность процесса дефляции песков

Во время ветров, превышающих критическую скорость выветривания песка, перенос частиц над влажной поверхностью будет всегда менее интенсивным, чем над сухим песком. Поток воздуха, подсушив верхний слой песка и снеся его, затрачивает несколько минут на высушивание следующего тонкого слоя. Перенос частиц песка становится прерывистым, что приводит к уменьшению переносимой ветром массы песка.

При высыхании почвогрунтов и песков, если отсутствует ветер, в первые сутки образуется более плотная поверхность поверхностного слоя, чем у хорошо просохшего слоя в течение нескольких дней. Причиной этого является процесс исчезновения стыковых манжет. Так как давление внутри них меньше на величину

$$P = \sigma \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right),$$

где σ – поверхностное натяжение воды, а r_1 и r_2 – радиусы двух взаимно перпендикулярных нормальных сечений, то происходит уплотнение частиц по их контактными микроплощадкам. Поскольку $P = f\left(\frac{1}{r}\right)$, то сцепление ча-

стиц меньшего размера оказывается больше, чем крупных. Поэтому поверхностная корка на легких почвогрунтах менее прочна, чем на тяжелых по механическому составу почвах. Кроме того, у последних значительно больше органических соединений, которые действуют в качестве цементирующего вещества, что так же делает корку на тяжелых почвах более прочной.

На легких по механическому составу почвогрунтах (супесях и песках) эта корка разрушается в течение двух – трех суток из-за больших суточных колебаний температуры поверхности. Однако уплотнение по мик-

роконттактным площадкам в процессе высыхания и во время существования корки приводит к повышению значения критической скорости потока газа, при которой начинается выветривание частиц, к уменьшению расхода твердой фазы потока на начальном этапе переноса, пока корка не будет разрушена сальтирующими частицами.

В монографии Н.А. Фукса «Механика аэрозолей» [12] приводятся данные Генделя об увеличении в 1,6 раза критической скорости ветра у подсыхающего песка с 2 % влажностью по сравнению с сухим. Следует отметить почти полное отсутствие количественных публикаций по этому важному вопросу. Укажем еще на одну работу, в которой предпринималась попытка определить влияние влажности поверхностного слоя песка на значение критической динамической скорости ветра. Д. Свасек и Д. Тервиндт [13] выполняли свои измерения на песчаном морском пляже в Нидерландах. Влажность песка определялась ими в верхнем сантиметровом слое и, по мнению самих авторов, лишь приблизительно характеризует содержание влаги в самом верхнем «зернистом» слое песка. Поэтому авторы статьи пишут, что их результаты не вполне достоверны.

На рис. 7 приведена полученная ими зависимость критического значения динамической скорости u_{*k} для начала переноса песка от влажности его верхнего сантиметрового слоя. На этом же рисунке они приводят измерения Белли (Belly) в аэродинамической трубе. Свасек и Тервиндт проводили свои наблюдения над крупным песком, средний геометрический размер которого был $x_{50} = 250$ мкм, критическое значение $u_{*k} = 0,17$ м/с для сухих частиц. У Белли песок был ещё больше $x_{50} = 400$ мкм, $u_{*k} = 0,35$ м/с. Полученные ими кривые разделяют поле рисунка на две части – выше кривых песок не переносился, ниже – частицы двигались. Оба эти эксперимента подтверждают существенное влияние влажности песка на процесс выветривания.

Увлажнение поверхностного слоя песка, как уже говорилось выше, сильно влияет и на интенсивность его ветрового переноса. Свасек и Тервиндт отмечали, что их данные измерений отличались значительным статистическим разбросом данных от известной зависимости общего расхода песка от динамической скорости потока Р. Багнольда. Наши измерения горизонтального потока массы песка при бурях в 10–ти метровом приземном слое в песках Абдулкум показали, что расход над увлажненной поверхностью (нижняя кривая) меньше расхода над сухим песком (верхняя

кривая) в 10...12 раз (рис. 8). Критическая динамическая скорость у нас над влажным песком возросла до 0,26...0,3 м/с от $u_{*k} = 0,15$ м/с для сухой поверхности, т.е. увеличилась в 1,7...2 раза. Таким образом, силы молекулярного взаимодействия воды с частицами почвогрунтов весьма значительно влияют на процесс воздействия потока воздуха на дефлируемую поверхность и подтверждаются измерениями и других авторов.

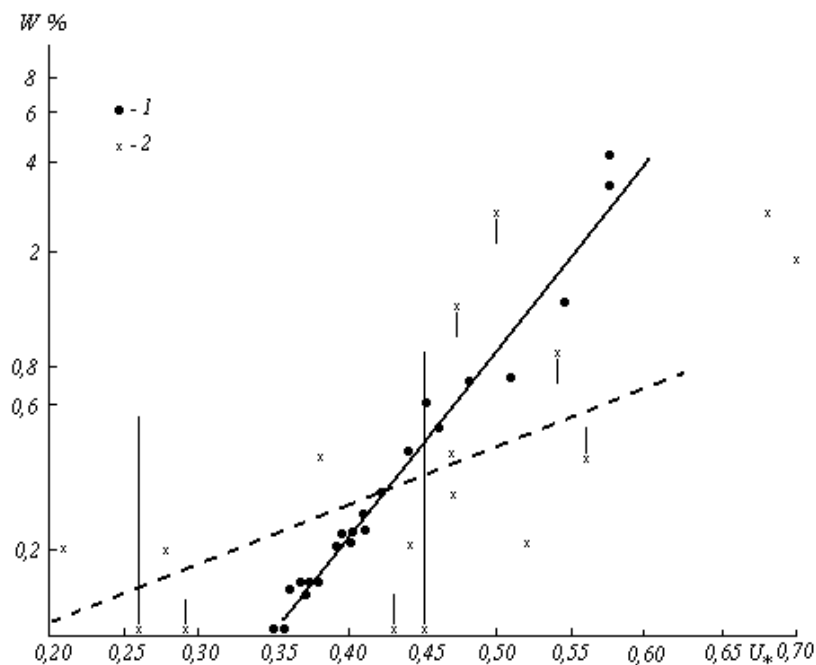


Рис. 7. Зависимость критической скорости трения ветра от содержания влаги в поверхностном слое песка на пляже. 1 – данные Bally (1963 г.), полученные в аэродинамической трубе ($d = 400$ мкм); 2 – данные измерений Свасека и Тервиндта на естественном морском пляже ($d = 250$ мкм).

Влияние влаги в грунте на интенсивность ветрового переноса песка сказывается до тех пор, пока не будет полностью снесен его увлажненный слой, толщина которого может быть определена по рис. 1. При этом сам перенос с единичной площади имеет прерывистый характер. Но так как вся поверхность высыхает неравномерно (одни участки ещё влажные, другие уже сухие), то, как по измерениям, так и по визуальным впечатлениям, перенос может восприниматься как непрерывный процесс с меньшей интенсивностью бури.

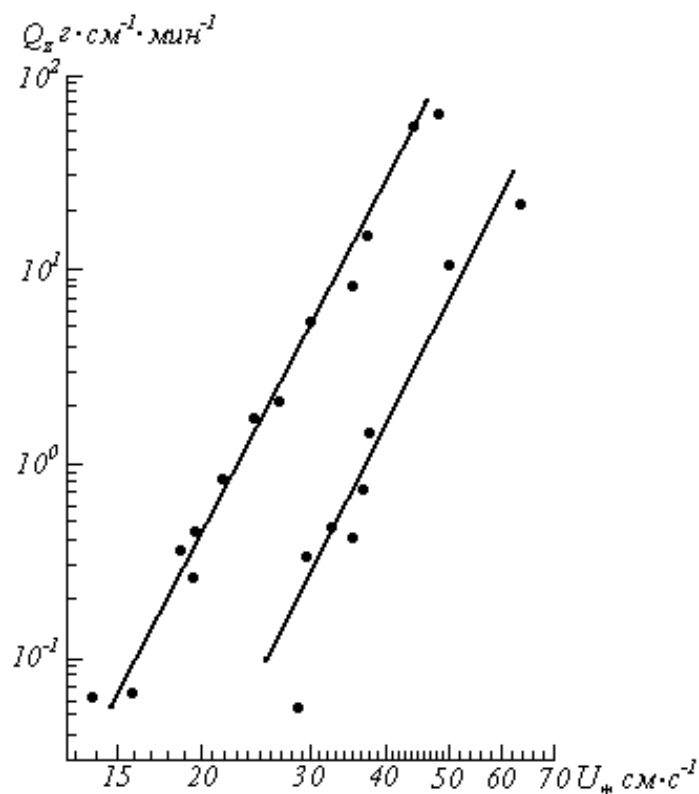


Рис. 8. Зависимость общего расхода песка в слое высотой 10 м от динамической скорости потока.

Поэтому расход песка при бурях в северных пустынях при одном и том же значении скорости ветра может отличаться в пределах одного порядка величины в зависимости от распределения влаги в поверхностном слое грунта и значения испаряемости в это время. При близком залегании грунтовых вод, когда их кайма может достигать дневной поверхности, расход песка при бурях будет всегда минимальным.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будаговский А.И. Испарение почвенной влаги. – М.: Наука, 1964. – 244 с.
2. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага. – Гидрометеоздат, Л., 1973. – 328 с..
3. Дюнин А.К. Механика метелей. – Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1963. – 378 с.

4. Константинов А.Р. Испарение в природе. – 2-ое изд. – Л.: Гидрометеоздат. – 1968. – 532 с.
5. Кувшинова К.В. Определение испарения методом теплового баланса. // В кн. Линзы пресных вод пустыни. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 246–259.
6. Левицкая З.П. Справочник. Вводно-физические свойства и запасы продуктивной влаги почв пустынно-пастбищной зоны Казахстана. – Алма-Ата: Издание УГМС КазССР, 1973. – 312 с.
7. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Физика почвы. – М.: Изд-во «Наука». – 1967.
8. Орлов Б.П. Механизм передвижения отдельных песчинок и песчаных образований // Земледелие. Сборник Московского общества испытателей природы, новая серия, том V (XLY). – М.: Изд. МГУ. – 1960. – С. 21–32.
9. Петров М.П. Подвижные пески пустынь СССР и борьба с ними. – М.: Географгиз. – 1950.
10. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Т.1. – Л.: Гидрометеоздат. – 1965. – 663 с.
11. Семенов О.Е. О критической величине влажности подвергающихся дефляции почв. // Тр. КазНИГМИ. – 1970. – Вып.36. – С.52 – 59.
12. Фукс Н.А. Механика аэрозолей. – М.: Изд-во АН СССР. – 1965. – 351 с.
13. Svasek J.N., Terwindt J.H.J. Measurements of sand transport by wind on a natural beach // Sedimentology. – 1974. – V. 21, №2. – p. 311-321.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

ҚҰМНЫҢ ЫЛҒАЛДАНУЫНЫҢ ОНЫҢ ЖЕЛМЕН ТАСЫМАЛДАНУЫНА ӘСЕРІ

Физ.-мат. ғылымд. канд. О.Е. Семенов

Құмның желмен тасымалдану үрдісіне ылғалдың әсері қарастырылады. Орташа және күшті жылдамдықтағы желдер кезінде қалыңдығы 0,27 және 0,45 мм ылғалды құмның беткі қабатының максималды гигроскопиялық ылғалдылыққа дейін құрғауының уақыттық масштабы алынды. Ылғалдың булануына қолайлы жағдай үшін желдің орташа жылдамдығы кезінде құмның беткі қабатының кебуіне 10-нан 30 минутқа дейін, қатты желдер кезінде жылдамдығына қарай 2...3 минуттан 6...8 минутқа дейін уақыт қажет. Құмды дауылдар кезінде мұндай кеуіп бара жатқан беткі қабаттағы құмдардың жалпы шығыны құрғақ құмдарға қарағанда 10...12 есеге төмендейді, бөлшектердің желмен тасымалдануы басталатын ағынның динамикалық жылдамдығының критикалық мәні $u_ 1,7...2$ есеге жоғарылайды.*

УДК 551.524.34

**ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ВЫСОКОГОРЬЯ ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ
В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

Доктор геогр. наук Е.Н. Вилесов

На основе регулярных стандартных наблюдений на высокогорной метеостанции Мынжилки анализируются изменения основных климатических элементов – температуры воздуха и атмосферных осадков, а также связанных с ними величин испаряемости, коэффициента увлажнения и степени континентальности климата за 70 лет (1937...2006).

В последние десятилетия в мировой научной литературе широко обсуждается вопрос об изменениях климата, наблюдающихся как в отдельных регионах, так и на всей планете. Ученые мирового сообщества всё в большей степени признают реальность глобального потепления. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), во второй половине 20 века температуры приземного воздуха в Северном полушарии были выше, чем в любой другой 50-летний период за последние 500, а то и 2000 лет, а 11 из последних 12 лет были самыми теплыми за всю историю метеорологических наблюдений.

Это потепление достаточно заметно проявляется и в нашем Центрально-азиатском регионе. Обзор изменений климата на территории Казахстана за прошедшее столетие по данным 11 длиннорядных метеостанций представлен в статье С.А. Долгих и др. [3]. Детальный анализ климатических изменений в одном из самых аридных районов Казахстана, восточной части пустыни Кызылкум, дан в нашей работе [2].

В предлагаемом сообщении оцениваются климатические изменения в высокогорной гляциально-нивальном зоне Илейского Алатау. Исходной информацией для такого анализа и оценки современных тенденций в рядах основных метеорологических величин послужили данные о средней месячной температуре приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков на метеостанции Мынжилки, расположенной в верховьях долины р. Малой Алматинки на высоте 3017 м. Метеонаблюдения на ней были начаты в июле 1935 г. 10 ноября 1941 г. снежной лавиной метеостанция была полностью разрушена (тогда погибли два её наблюдателя), и новый дом станции поста-

вили в 200 м к северу. Для анализа взят период непрерывных измерений с 1937 по 2006 г., охватывающий ровно 70 лет. При этом во временных рядах температуры воздуха и осадков учтены поправки за счет смены числа сроков наблюдений в сутки и замены дождемера Нифера на более совершенный осадкомер Третьякова. Использованы также данные наблюдений за 35 лет (1972...2006 гг.) на высокогорном стационаре Туюксу-1, принадлежащем Институту географии МОН РК.

Наглядное представление о температурном режиме и его межгодовой изменчивости дают графики хода средних годовых температур воздуха, их 5-летних скользящих средних (рис. 1), а также последовательной суммы членов временного ряда – кумуляты (рис. 2).

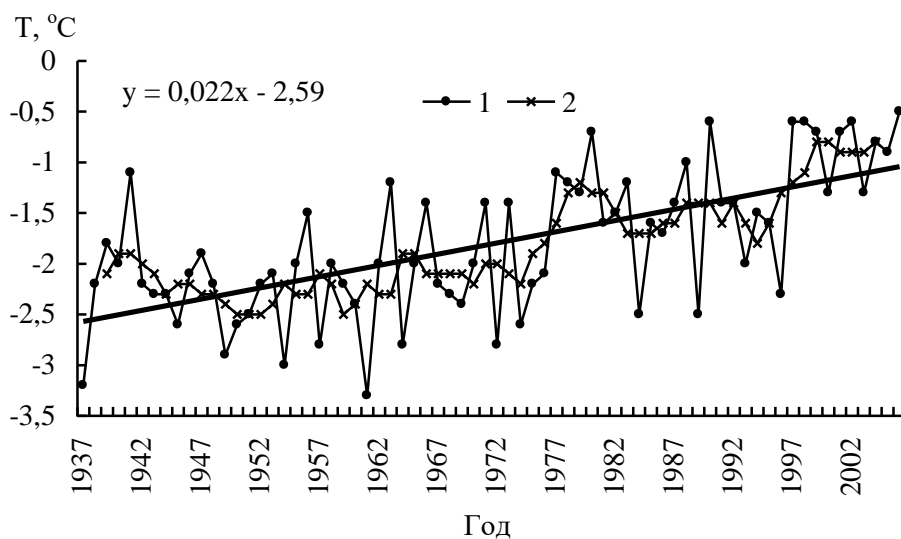


Рис. 1. Ход средней годовой температуры воздуха на МС Мынжилки и линия тренда за период 1937...2006 гг. 1 – годовой ход температуры воздуха; 2 - пятилетние скользящие средние значения температуры воздуха.

Как следует из рис. 1, на МС Мынжилки минимальная средняя годовая температура составляет минус 3,3 °С (1961 г.), а максимальная – минус 0,5 °С (2006 г.). Судя по [5], абсолютный минимум температуры равен минус 32 °С (1969 г.), а абсолютный максимум – плюс 24 °С (1975 г.). Среднее многолетнее значение годовой температуры (норма) за 70 лет составляет минус 1,8 °С. На МС Туюксу-1, расположенной на 423 м выше Мынжилков, минимум средней годовой температуры за период наблюдений составил минус 5,1 °С (1972 и 1974 гг.), максимум – минус

2,9 °С (2006 г.), самым холодным месяцем в 35-летию был декабрь 1984 г. – минус 18,1 °С, а самым теплым – август того же 1984 г. – плюс 9,0°С. Значение нормы годовой температуры за 35 лет на верхней станции равно минус 3,9 °С, т.е., казалось бы, на 2,1 °С ниже, чем на МС Мынжилки. В действительности эта разность должна быть увеличена до 2,5 °С, при условии сопоставления данных за идентичный (в нашем случае – 35-летний) промежуток времени. Среднее за 35 лет значение вертикального температурного градиента между МС Мынжилки и Туюксу-1 составило 0,6 °С/100 м, изменяясь от 0,50 °С/100 м в августе до 0,68 °С/100 м в июне.

При анализе межгодового хода температуры на МС Мынжилки было проведено сравнение термических условий двух почти одинаковых по продолжительности периодов: 1937...1972 и 1973...2006 гг. В течение первых 36 лет средняя годовая температура составила минус 2,2 °С (на 0,4 °С ниже 35-летней нормы). Во второй 34-летний период средняя температура года была равна минус 1,4 °С (на те же 0,4 °С выше нормы).

Как указывалось выше, 1996...2006 гг. на Земле были самыми теплыми за период инструментальных наблюдений. Аналогичные тенденции отмечаются и в горах нашего региона. На МС Мынжилки в первые 6 лет 21 века (2001...2006 гг.) их средняя температура возросла до минус 0,8 °С, т.е. на 1 °С выше многолетней нормы и на 1,4 °С выше средней годовой температуры за десятилетие 1941...1950 гг. В 2006 г. здесь зафиксировано самое высокое значение средней годовой температуры с 1937 г., равное минус 0,5°С, с положительным отклонением от нормы в 1,3 °С. Согласно прогнозам экспертов ВМО, ожидается, что 2007 г. побьет все предыдущие температурные рекорды (в масштабах планеты). И прошедшая (2006...2007 гг.) аномально теплая зима в нашем регионе пока вполне оправдывает этот прогноз: на МС Туюксу-1 в декабре 2006 г – феврале 2007 г средняя температура составила минус 10,6 °С, т.е. на 2 °С выше 35-летней нормы.

Средняя величина линейного тренда всего 70-летнего ряда равна 0,2 °С/10 лет. Во второй половине периода измерений средняя годовая температура воздуха повышалась более интенсивно – по 0,3 °С/10 лет.

Средние значения зимних (декабрь–февраль) и летних (июнь–август) температур за 70 лет составили, соответственно, минус 10,5 и 6,9 °С. При этом нормы средних летних декадных (по 10-летиям) температур с 60-х гг. к началу 21 века повысились с 6,5 до 7,6 °С, т.е. на 1,1 °С, по 0,2 °С/10 лет. В то же время «нормы» средних зимних температур с 70-х годов под-

нялись на $1,4^{\circ}\text{C}$, от минус $10,9$ до минус $9,5^{\circ}\text{C}$, по $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет. Таким образом, интенсивность повышения зимних температур была вдвое выше, чем летних. Отсюда с очевидностью следует, что повышение средних годовых температур в последние десятилетия в изучаемом регионе произошло в основном за счет потепления зимних сезонов.

Что же касается переходных сезонов, то весна (март–май) в районе Мынжилков со средней многолетней температурой минус $2,4^{\circ}\text{C}$ на $1,1^{\circ}\text{C}$ прохладнее осени (сентябрь–ноябрь). Абсолютный минимум весенней температуры составил минус $4,7^{\circ}\text{C}$ в 1960 г., а максимум – минус $0,1^{\circ}\text{C}$ в 1997 и 2001 гг. Аналогичные экстремумы осенних температур равны минус $3,9^{\circ}\text{C}$ в 1949 г. и $1,1^{\circ}\text{C}$ в 1990 г. В первую пентаду 21 века весенние температуры были на $1,3^{\circ}\text{C}$, а осенние на $1,2^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Темпы повышения весенних и осенних температур за все 70 лет оказались примерно одинаковыми и равными $0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Кумулятивная кривая на рис. 2 показывает, что с конца 30-х гг. прошлого века до его 70-х гг. происходило накопление отрицательных разностей годовых температур (относительно нормы, равной минус $1,8^{\circ}\text{C}$). С середины 70-х гг. ускоренными темпами шло повышение средних годовых температур, достигшее в 2006 г. минус $0,5^{\circ}\text{C}$.

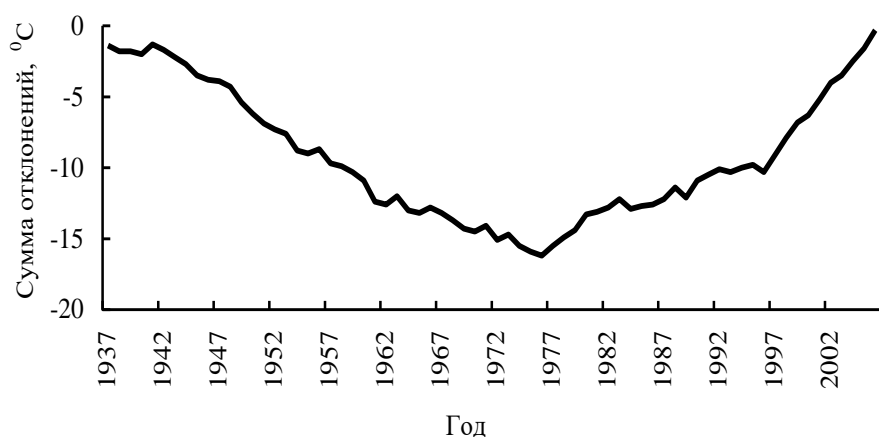


Рис. 2. Кумулятивная кривая аномалий средних годовых температур воздуха по МС Мынжилки за период 1937...2006 гг.

В свете выявленных тенденций изменения температуры представляет интерес знание того, на какие годы за 70 лет наблюдений на МС Мынжилки пришлись самые теплые и самые холодные месяцы (табл.).

Экстремальные средние месячные температуры воздуха, °С

Месяц	Средняя температура самых теплых месяцев	Год	Средняя многолетняя температура	Средняя температура самых холодных месяцев	Год
январь	-7,5	2003	-11,3	-15,8	1969
февраль	-5,7	1999	-10,7	-16,5	1945
март	-2,8	2005	-7,0	-10,1	1992
апрель	2,8	1997	-2,1	-6,3	1961
май	4,9	2001	1,9	-0,9	1958, 1960
июнь	9,0	1990	5,5	2,8	1954
июль	10,4	1956	7,9	5,3	1972
август	10,9	1984	7,4	5,2	1940
сентябрь	7,4	1990	3,8	0,7	1949
октябрь	2,8	1997	-1,2	-5,4	1987
ноябрь	-2,7	1994	-6,4	-11,9	1937
декабрь	-5,7	1978	-9,5	-16,0	1984

Как следует из данных таблицы, экстремальные значения средних месячных температур наиболее теплых месяцев, кроме июля, зафиксированы за последние 30 лет, в т.ч. за три месяца (январь, март и май) – уже в 21 веке. Напротив, средние месячные температуры наиболее холодных месяцев отмечаются преимущественно до 80-х гг. прошлого столетия. На верхней метеостанции наиболее теплые месяцы приходится на те же годы, что и на Мынжилках, а самые холодные, из-за меньшей длительности ряда измерений, – на другие даты. Такое распределение экстремумов средних месячных температур вполне согласуется с установленными тенденциями, свидетельствующими о заметном потеплении климата в горах Илейского Алатау в последней четверти 20 века.

Перейдем к рассмотрению изменения количества атмосферных осадков. Северный макросклон Илейского Алатау с его барьерным эффектом характеризуется достаточно высоким увлажнением. Временной ход годовых сумм осадков на МС Мынжилки, представленный на рис. 3, показывает, что их количество подвержено заметным колебаниям от года к году. Абсолютный минимум осадков зафиксирован в 1943 г. – 516 мм, а максимум, превышающий минимум в 2,3 раза, – в 1966 г. – 1197 мм. Средняя многолетняя годовая норма осадков за 70 лет составляет 851 мм. На МС Туюксу-1 эта норма за 35 лет равна 1081 мм при минимуме 681 мм

в 1997 г. и максимуме 1508 мм в 1987 г. Средняя величина вертикального градиента годовых сумм осадков между МС Мынжилки и Туюксу-1 составляет 50 мм/100 м.

Осадки выпадают преимущественно в весенне-летнее время на полярном фронте, разделяющем тропические и полярные воздушные массы. С апреля по август в среднем многолетии выпадает 610 мм осадков, т.е. 72 % от их годовой суммы. Соответственно, в осенне-зимний период, с сентября по март, сумма осадков составляет 241 мм, или 28 % от их годового количества.

В среднем многолетии максимум месячных сумм осадков приходится на июнь – 151 мм (на верхней станции – 180 мм), а минимум на январь – 20 мм (вверху – 29 мм). Абсолютный же месячный максимум осадков зарегистрирован в июле 2003 г. – 340 мм, а абсолютный минимум – в январе 1963 г. – всего лишь 0,5 мм.

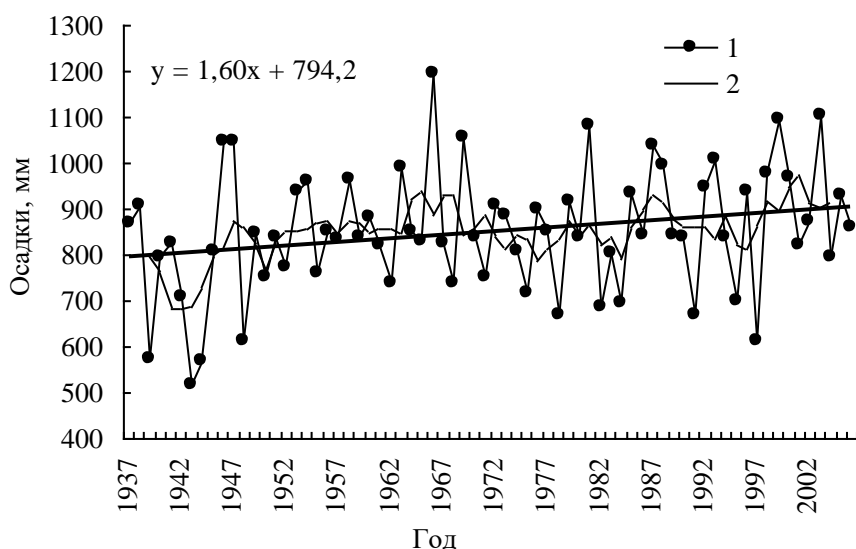


Рис. 3. Межгодовой ход атмосферных осадков на МС Мынжилки и линия тренда за 1937... 2006 гг. 1 – годовой ход осадков; 2 – пятилетние скользящие значения осадков.

В конце первой половины 20 века (1937...1950 гг.) среднее годовое количество осадков на МС Мынжилки равнялось 777 мм, или 91 % от 70-летней нормы. В следующие три десятилетия оно составило 859 мм – чуть выше нормы. В последние два десятилетия 20 века этот показатель достиг 876 мм, т.е. 103 % нормы, а за первые 6 лет 21 века 898 мм – 106 % нормы. Таким образом, можно констатировать, что в

течение второй половины 20 века здесь имело место монотонное увеличение количества осадков, в определенной степени обусловленное повышением температуры воздуха. Среднее значение линейного тренда осадков за это время составило 1,6 мм/год.

Резкие аномалии величин в отдельные годы метеорологи связывают с воздействием различных факторов. Крупные извержения вулканов приводят к планетарным изменениям радиационного и термического режима в результате распространения аэрозоля в атмосфере. Измерения интенсивности солнечной радиации после крупнейших извержений вулканов в 1963 (Агунг), 1980 (Св. Елены), 1982 (Эль-Чичон), 1991 г. (Пинатубо) и др. подтвердили существование устойчивых аэрозольных завес в атмосфере. Так, понижение глобальной температуры в 1992...1993 гг. связывают именно с охлаждающим эффектом аэрозолей, попавших в атмосферу при самом сильном в 20 веке извержении вулкана Пинатубо в июне 1991 г. (о. Лусон, Филиппины). В этот же период произошли извержения ряда вулканов в Андах: 1992 г. – Руис, Колумбия, 1993 г. – Гуаллатиери, Чили, и Эль-Галерас, Колумбия. Возможно, свою лепту в загрязнение атмосферы, в частности, в Центрально-азиатском регионе, внесли продукты горения кувейтских нефтепромыслов во время военных действий Ирака против Кувейта в начале 90-х гг. Кстати, и на МС Мынжилки, температура воздуха в 1993 г. была на 0,2 °С ниже нормы. Соответственно, повышение температуры приземного слоя происходит после очищения от вулканических и других аэрозолей и увеличения прозрачности атмосферы.

Аномально теплые (за период инструментальных наблюдений) условия 1998 г. часто объясняют влиянием Эль-Ниньо (ЭНЮК) в 1997...1998 гг., самого мощного в истории его изучения. И если это так, то в исследуемом регионе влияние Эль-Ниньо 1997...1998 гг. проявилось как раз в 1997, 1998 и 1999 гг., когда годовая температура поднялась до минус 0,6 °С, втрое превысив её норму.

Указанные выше факторы обуславливают климатические аномалии лишь отдельных лет или коротких периодов. А как можно объяснить резкое изменение климата в сторону потепления, начавшееся в Центрально-Азиатском регионе с середины 70-х гг.?

Совершенно ясно, что главным «механизмом», управляющим климатическими изменениями, является циркуляция воздушных потоков. Именно перестройка системы атмосферной циркуляции в регионе Центральной Азии в середине 70-х гг. привела к усилению широтного типа

циркуляции, увеличению повторяемости южно-каспийских, мургабских и др. циклонов и, наоборот, – уменьшению повторяемости арктических вторжений, повышению температуры (особенно в зимний период) и увеличению осадков. К сожалению, на вопрос о первопричине этой перестройки метеорологи и климатологи пока не могут дать сколько-нибудь вразумительного ответа.

Понятно, что изменения одних метеорологических величин не могли не сказаться на других, таких, как испаряемость, коэффициент увлажнения и степень континентальности.

Величина годовой испаряемости E (мм) за 70 лет рассчитана по известной формуле Тюрка, учитывающей достаточно тесную связь этой характеристики со средней годовой температурой воздуха t (°C), с введенным нами для условий высокогорья множительным коэффициентом, равным 1,6:

$$E = 1,6(300 + 25t + 0,05t^3). \quad (1)$$

Среднее многолетнее значение испаряемости на МС Мынжилки равно 408 мм при минимуме 346 мм в 1961 г. и максимуме 460 мм в 2006 г.

Величина испаряемости, являясь, согласно (1), функцией t , следует её годовому ходу. С повышением температуры в последние 10-летия увеличивается и испаряемость. Её средние годовые значения колеблются в пределах от 387 мм в 1937...1940 гг. до 426 мм в декаде 1991...2000 гг. Средняя годовая величина испаряемости в 6-летию 2001...2006 гг. была рекордной, достигнув 448 мм (110 % от нормы). За период измерений средняя скорость увеличения испаряемости составила 9 мм/10 лет.

Знание испаряемости необходимо для вычисления коэффициента увлажнения, который, как известно, представляет отношение годового количества осадков к годовой же испаряемости, характеризуя соотношение влаги и тепла.

По известной градации Н.Н. Иванова [4], изучаемый район относится к зоне избыточного увлажнения. Средняя многолетняя величина коэффициента увлажнения на МС Мынжилки составляет 2,1 при крайних значениях 1,3 в маловодных 1943 и 1997 гг. и 2,8 в многоснежных 1966 и 1969 гг., когда выпало более 1000 мм осадков. Рассчитанные по 10-летиям нормы этого коэффициента изменялись в небольших пределах – от 2,0 до 2,3. Его средняя за последние 16 лет (1991...2006 гг.) величина находилась на среднем многолетнем уровне, несмотря на повышенное количество осадков (884 мм/год). Их увеличение полностью компенсировалось повышением летних температур и испаряемости.

Степень континентальности климата K (%) определялась по популярной среди климатологов формуле В. Горчинского с нашей поправкой, учитывающей удлинение рядов измерений и изменение климата [1]:

$$K = \left(\frac{1,7A}{\sin \varphi} \right) - 23, \quad (2)$$

где A – разность температур самого теплого и самого холодного месяцев года, °С; φ – географическая широта.

Средняя многолетняя за 70 лет величина K для района МС Мынжилки ($\varphi = 43^{\circ}05'$) равна 28 %, что соответствует морскому умеренному климату, при котором $21 < K < 30$ %. Максимум индекса K составил 44 % в 1984 г. при $A = 26,9$ °С, а минимум – 14 % в 1963 г. при $A = 15,0$ °С.

В отдельные годы (1944, 1945, 1956, 1984 и др.) с высоким значением A (более 22 °С) степень K превышала 30 % (умеренно-континентальный климат). С другой стороны, в некоторые годы (1938, 1963, 2003) величина индекса K была меньше 20 % (мягкий морской климат). Высокая, как и низкая, степень K в указанные годы может считаться случайным отклонением от её многолетней величины, своего рода «капризом» температурной амплитуды. Большинство лет ряда характеризовалось морским умеренным климатом. В связи с этим уместно отметить такой факт: на МС Мынжилки, располагающейся в зоне альпийских лугов, в среднем многолетии июльская температура (7,9 °С) выше августовской (7,4 °С), а на МС Туюксу-1, уже в нивально-гляциальной зоне, август (5,7 °С) теплее июля (5,6 °С). Более теплый, по сравнению с июлем, август на высотах, превышающих 3400 м, – свидетельство принадлежности снежно-ледникового высокогорья именно к морскому климату.

Таким образом, выявленные тенденции в климатических изменениях высокогорной зоны Илейского Алатау убеждают в том, что в последние десятилетия прошлого и в начале 21 века здесь происходит весьма заметный рост и температуры приземного воздуха, и количества осадков. Местное население, хозяйствующие субъекты, планирующие органы, спортсмены и исследователи-природоведы должны считаться с этими изменениями независимо от того, какими причинами они вызваны, а климатологи – пытаться выяснить природу этих причин. Во всяком случае, если ориентироваться на темпы увеличения рассмотренных метеорологических величин в последние десятилетия, то к 2030 г. средняя годовая температура воздуха в высокогорье Илейского Алатау может повыситься (относи-

тельно последнего десятилетия 20 века) еще примерно на 1°C, а годовая сумма осадков – на 70...75 мм. Разумеется, эти прогнозные цифры нуждаются в уточнении. Тем не менее, выявленные здесь закономерности могут служить определенным экспериментальным подтверждением возможных многолетних изменений климата высокогорья как аргумента, определяющего состояние и баланс массы ледников, лавинной активности, речного стока, изменение высоты верхней границы леса и пр.

Автор благодарен ведущему специалисту кафедры гидрологии суши КазНУ им. аль-Фараби А.Г. Чигринцу за конструктивные советы при подготовке рукописи статьи к печати.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилесов Е.Н., Гужавина Е.А., Уваров В.Н. К характеристике континентальности климата Казахстана // Вопросы гидрологии орошаемых земель Казахстана. – Алма-Ата, 1986. – С. 44-54.
2. Вилесов Е.Н., Шакен А. Тенденции изменения основных характеристик климата г. Кызылорды за 105-летний период // Вестник КазНУ. Серия геогр. – 2006. – № 2 (23). – С. 90-98.
3. Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 4. – С. 6-23.
4. Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара // Известия АН СССР. Серия геогр. и геофиз. – 1941. – № 3. – С. 261-288.
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1-6. Вып. 18. Казахская ССР. Книга 1. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 514 с.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

ҚАЗІРГІ ГЛОБАЛДЫҚ ЖЫЛЫНУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ БИІК ТАУЛЫ ІЛЕ АЛАТУЫНДАҒЫ КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ

Геогр. ғылымд. докторы Е.Н. Вилесов

70 жыл ішінде Мыңжыл метеостанциясындағы үздіксіз стандартты бақылау негізінде климаттық элементтер, яғни ауа температурасы мен атмосфералық жауын-шашындар, сондай-ақ онымен байланысты шамалар – булану, ылғалдану коэффициенті және климаттың континенталдық дәрежесі талданады (1937...2006).

УДК 556.55

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ
БАСЕЙНА РЕКИ КАРА ЕРТИС НА ТЕРРИТОРИИ КНР**

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов
Канд. техн. наук В.И. Ли

Рассматривается методика восстановления естественного стока р. Кара Ерчис – п. Боран и оценки водопотребления в верхней части бассейна р. Ерчис в пределах КНР.

В последнее десятилетие при решении вопросов управления водными ресурсами ряда трансграничных рек имеются значительные трудности, обусловленные отсутствием сведений о заборах воды (водопотреблении) в верхних частях их бассейнов, расположенных в пределах зарубежных государств. К таким трансграничным рекам относится р. Ерчис (Кара Ерчис), верхняя часть бассейна которой находится в пределах КНР.

Река Ерчис образуется в результате слияния рек Кара Ерчис и Ку-Ерчис, истоки которых находятся в КНР на ледниках юго-западных склонов Монгольского Алтая. До впадения в оз. Зайсан она носит название Кара Ерчис. В верхней горной части бассейна река течет с севера на юг в глубоких эрозионных долинах. По выходе из гор она меняет направление и несет свои воды с запада на восток вдоль южного склона Монгольского Алтая, принимая справа на этом участке притоки Кран, Бурчум и Кобук [4]. Далее река поворачивает на север, пересекает государственную границу с Республикой Казахстан и впадает в оз. Зайсан, которое в настоящее время является частью водохранилища Буктырма [5].

Длина реки в пределах КНР – 520 км, а площадь водосбора – 50860 км². Ее водный режим характеризуется длительным весенне-летним половодьем, в основном обусловленном таянием высокогорных снегов и ледников. В летний период на основную волну половодья накладываются дождевые паводки с резкими подъемами и спадами. В осенне-зимний период сток носит устойчивый характер и изменяется незначительно. Река замерзает в конце ноября и вскрывается в первой половине апреля.

На территории Республики Казахстан сток р. Кара Ерчис измеряется у п. Боран, расположенного недалеко от границы с КНР. Площадь водосбора в створе поста – 55900 км² [5]. Средний многолетний годовой сток, регистри-

руемый на этом посту, составляет $301 \text{ м}^3/\text{с}$ или $9,5 \text{ км}^3$ в год. Коэффициент вариации годового стока $C_v = 0,26$, коэффициент асимметрии $C_s = 0,52$. Почти весь сток, регистрируемый в створе этого гидрологического поста, формируется в пределах КНР. Приведенные параметры определены для условно-естественного стока. Следует отметить, что, когда речь идет об условно-естественном стоке, рассматриваются не его естественные значения, сформировавшиеся под влиянием элементов климата (в первую очередь атмосферных осадков и температуры воздуха), но и под влиянием исторически сложившегося уровня водопотребления в первой половине 20 века.

В настоящее время сведения о водопотреблении в верхней части бассейна р. Кара Ертис из КНР в Республику Казахстан не поступают. Это существенно затрудняет решение вопросов, связанных с заполнением водохранилищ Бухтарминской, Усть-Каменогорской и Шульбинской ГЭС, а также организацию попусков в целях затопления пойменных лугов р. Ертис в пределах Семипалатинской и Павлодарской областей Республики Казахстан. Особую обеспокоенность общественности и СМИ Республики Казахстан в конце 90-х годов прошлого века вызвало проектирование и строительство канала Кара Ертис – Карамай для забора из указанной реки до 40 % ее годового стока [1-3]. В этих условиях возникает необходимость восстановления значений естественного стока р. Ертис (Кара Ертис) на границе с КНР практически в гидрометрическом створе у п. Боран. Решение этой задачи позволяет оценить водопотребление в верхней части бассейна, расположенной на территории КНР. Ежегодное водопотребление в бассейне этой трансграничной реки может быть определено как разность восстановленного (естественного) стока и измеренного (бытового) стока.

На рис. 1 приведены совмещенные интегральные кривые нормированных отклонений модульных коэффициентов годового стока рек Калжыр – аул Калжыр и Кара Ертис – п. Боран от единицы. На этом рисунке видно, что колебания стока р. Ертис (Кара Ертис) в пределах КНР и стока реки Калжыр в пределах Республики Казахстан в естественных условиях, до 90-х годов прошлого века, практически синхронны.

С начала 90-х годов эта синхронность нарушилась: в связи с увеличением водозабора в КНР наметилась достаточно устойчивая тенденция уменьшения стока р. Кара Ертис – п. Боран по сравнению со стоком р. Калжыр – аул Калжыр. Также синхронны по отношению к стоку р. Кара Ертис и колебания стока р. Куршим. Это позволило произвести восстановление естественного стока р. Кара Ертис, поступающего в Казахстан, и

определить его сокращение за счет водопотребления в Китае за период 1991... 2005 гг. Восстановление естественного стока этой реки производилось по уравнению связи с суммарным стоком рек Калжыр – аул Калжыр и Куршим – с. Вознесенка (рис. 2).

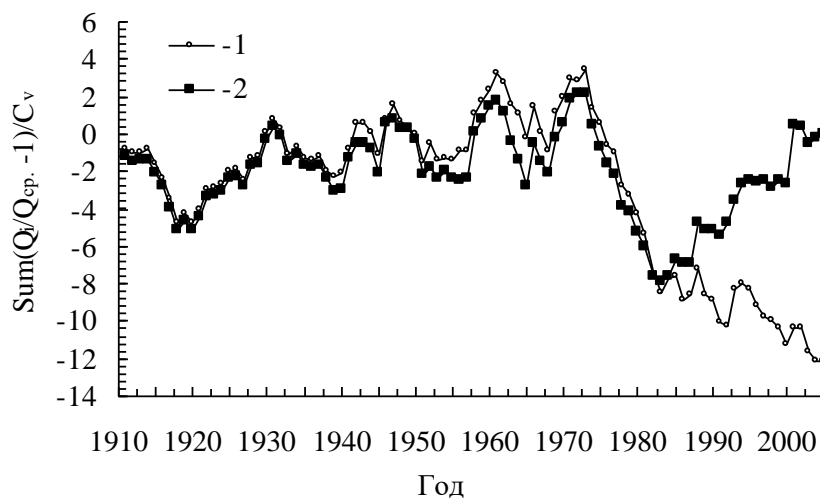


Рис. 1. Совмещенные интегральные кривые нормированных отклонений модульных коэффициентов годового стока р. Калжыр – аул Калжыр и р. Кара Ертис – п. Боран от единицы. 1 – р. Ертис – п. Боран; 2 – р. Калжыр – аул Калжыр.

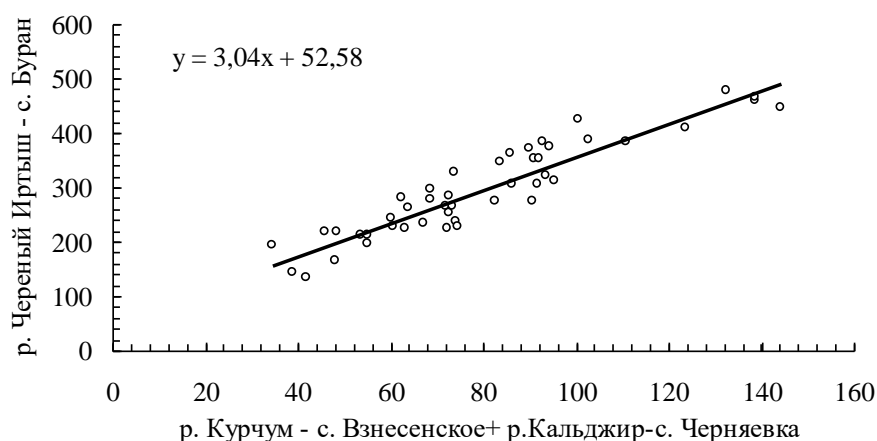


Рис. 2. График связи стока (m^3/c) р. Ертис и р. Куршим + р. Калжыр (1938... 1983 гг.).

На рис. 3 показано сопоставление интегральных значений наблюдаемого (бытового) и восстановленного (естественного) стока р. Кара Ертис – п. Бо-

ран. Приведенные на графиках 1, 3 характеристики показывают, что уменьшение стока р. Кара Ертис из КНР в основном началось с 90-х годов прошлого века. В последние годы оно составляет 1,1...1,8 км³ в год. Суммарное сокращение стока р. Кара Ертис, поступающего из Китая в Казахстан, с 90-х годов прошлого века по настоящее время составило около 16 км³.

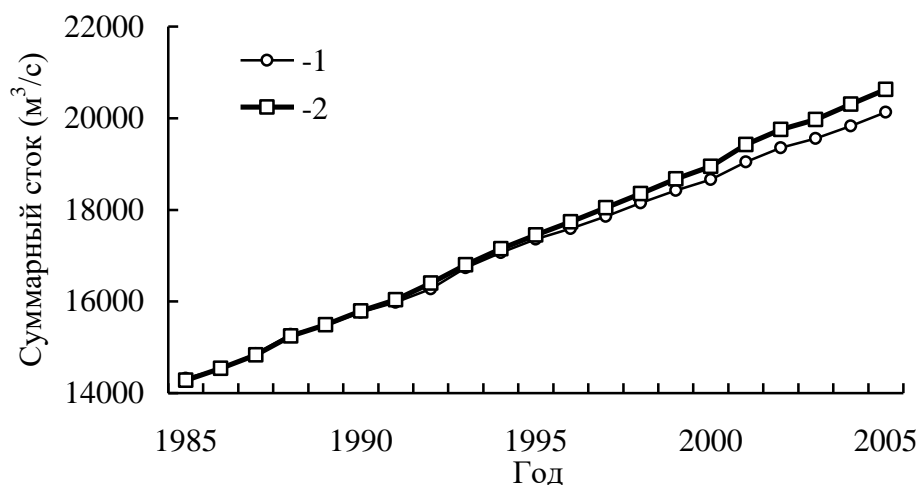


Рис. 3. Сопоставление интегральных значений наблюдаемого (бытового) и восстановленного (естественного) стока р. Кара Ертис – п. Боран (1985... 2005 гг.). 1 – наблюдаемый (бытовой) сток; 2 – восстановленный (естественный) сток..

Полученные результаты хорошо согласуются со сведениями, опубликованными в средствах массовой информации КНР. В них приводятся данные по водопотреблению в бассейне р. Кара Ертис равном 0,8 км³ в год в 2002 г. и 1,7 км³ в год в 2003 г. и возможном его увеличении до 40 % в год. По сообщениям СМИ Китая средний многолетний сток р. Кара Ертис в пределах страны оценивается в 10 км³. Это указывает на то, что забор воды из указанной реки в КНР может увеличиться до 4 км³, что представляется вполне реальным и осуществимым в конце текущего – начале следующего десятилетия.

Оценка влияния водопотребления на водность реки обычно производится путем определения уменьшения среднего годового стока и его величин в маловодные годы 90 %, 95 ... 97 % обеспеченности. В таблице приведены значения годового стока р. Кара Ертис – п. Боран различной обеспеченности в естественных условиях и с учетом забора воды S_x , км³ в пределах КНР.

Годовой сток р. Кара Ертис – п. Боран различной обеспеченности в естественных условиях и с учетом забора воды C_x в КНР

Обеспеченность, %	Годовой сток в естественных условиях	Годовой сток с учетом забора воды		
	$C_x = 0 \text{ км}^3$	$C_x = 2 \text{ км}^3$	$C_x = 3 \text{ км}^3$	$C_x = 4 \text{ км}^3$
50	<u>9,27</u>	<u>7,27</u>	<u>6,27</u>	<u>5,27</u>
	294	78,4	67,6	56,9
75	<u>7,79</u>	<u>5,79</u>	<u>4,79</u>	<u>3,79</u>
	245	74,3	61,5	48,7
90	<u>6,52</u>	<u>4,52</u>	<u>3,52</u>	<u>2,52</u>
	206	69,3	54,0	38,7
95	<u>5,86</u>	<u>3,86</u>	<u>2,86</u>	<u>1,86</u>
	186	65,8	48,8	31,7
97	<u>5,45</u>	<u>3,45</u>	<u>2,45</u>	<u>1,45</u>
	173	63,3	45,0	26,6

Примечание: для 2 колонки – числитель в км^3 , знаменатель в $\text{м}^3/\text{с}$; для 3, 4, 5 колонки – числитель в км^3 , знаменатель в %.

Приведенные данные показывают, что при заборе воды $C_x = 2 \text{ км}^3$ сток реки будет уменьшаться до 78,4 % при обеспеченности 50 % и до 63,3 % при обеспеченности 97 %. При заборе воды $C_x = 4 \text{ км}^3$ сток реки при тех же значениях обеспеченности уменьшится соответственно до 56,9 % и 26,6 %.

Такой подход к оценке уменьшения стока при увеличении водопотребления не позволяет учесть влияние продолжительности маловодных периодов, формирующихся в процессе циклических колебаний речного стока. С целью устранения этого недостатка были использованы реальные циклические колебания стока, уровни воды водохранилища Буктырма попуски из него за период с 1971 г. до 2000 г. с учетом возможного уменьшения стока в результате водопотребления в бассейне р. Кара Ертис в пределах КНР. Указанный период включает длительное маловодье 1974...1983 гг. В этот период сток ни одного года не превысил нормы, а его среднее значение за десятилетие составило $214 \text{ м}^3/\text{с}$, т.е. на 28,7 % ниже нормы. Это маловодье даже при отсутствии существенного водозабора из р. Кара Ертис в пределах КНР привело к значительному опорожнению водохранилища Буктырма и снижению его уровня до отметки ниже 386м абс., при которой практически произошло

разделение этого водоема на оз. Зайсан и русловой плёс. Такое состояние водохранилища многолетнего регулирования является критическим как для выработки электроэнергии, так и для обеспечения попусков в нижний бьеф с целью обеспечения оптимального обводнения пойменных лугов в среднем течении р. Ертис в пределах Семипалатинской и Павлодарской областей. На рис. 4 показана динамика уровня водохранилища Буктырма в естественном режиме и при различном водопотреблении Cx , км³ в верхней части бассейна р. Ертис (Кара Ертис) в пределах КНР за период 1971...2000 гг.

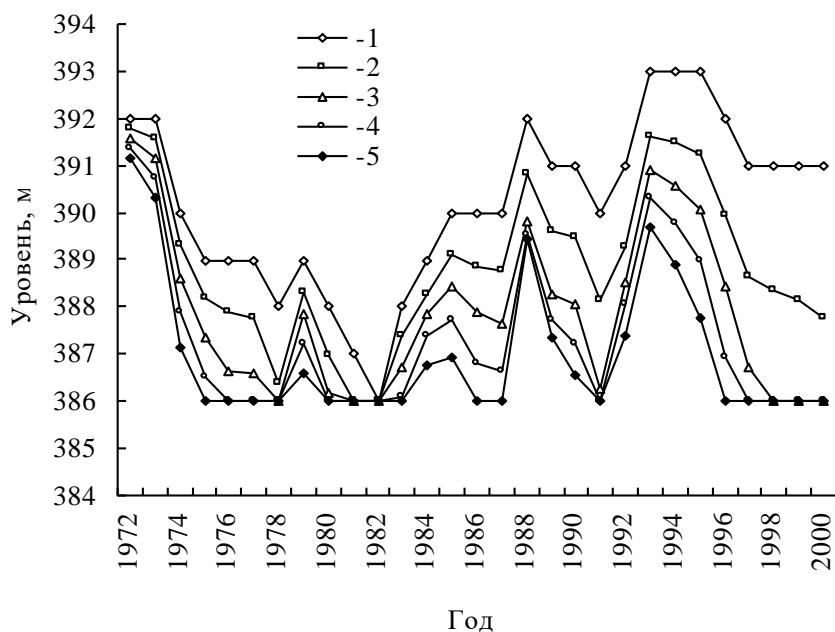


Рис. 4. Динамика уровня водохранилища Буктырма в естественном режиме и при различном водопотреблении (Cx , км³) в верхней части бассейна р. Ертис (Кара Ертис) в пределах КНР. 1 – $Cx = 0$; 2 – $Cx = 1$; 3 – $Cx = 2$; 4 – $Cx = 3$; 5 – $Cx = 4$.

На этом рисунке также показано, что при увеличении забора воды на 1, 2, 3 и 4 км³ в год уровень воды в водохранилище при наблюдавшемся в эти годы режиме попусков в его нижний бьеф будет уменьшаться. Это приведет к разделению водохранилища на озёрную и речную его части. Как отмечалось выше, такое разделение при отсутствии водопотребления на территории КНР произошло только один раз в 1983 г., когда уровень воды в водохранилище опустился до отметки ниже 386 м. абс. При увеличении забора воды на 1 км³ в год такое положение уровня продлится уже

2 года, а при 2, 3 и 4 км³ в год продлится соответственно 8, 12 и 16 лет из 30, что является совершенно недопустимым.

Сохранить уровни воды в водохранилище, наблюдавшиеся в эти годы, можно только путем сокращения сброса воды в его нижний бьеф примерно на величину водозабора из р. Кара Ерчис в пределах КНР.

Следует полагать, что в этих условиях уменьшение стока р. Ерчис на величину водопотребления в пределах КНР в объеме 1, 2, 3 и 4 км³ в год произойдет и в других нижерасположенных створах: нижнем бьефе Усть-Каменогорского водохранилища, нижнем бьефе Шульбинского водохранилища, и далее до границы с Российской Федерацией, и ниже. В такой ситуации значительно сократятся возможности обводнения пойменных лугов р. Ерчис ниже Шульбинского водохранилища, поддержания необходимых навигационных уровней для судоходства и обеспечения экологических попусков в летне-осенний и зимний периоды.

Уменьшение стока р. Ерчис у г. Аксу Павлодарской области, где берет начало канал Ерчис – Караганда (ныне канал им. Сатпаева), значительно затруднит водоснабжение Павлодарской, Карагандинской и Акмолинской областей, а также таких крупных городов и промышленных центров как Экибастуз, Темиртау и Караганда.

Необходимо отметить, что становление г. Астаны, столицы Республики Казахстан, в ближайшей перспективе потребует значительного привлечения водных ресурсов для его водоснабжения и обеспечения водой прилегающей промышленной инфраструктуры. Местные водные ресурсы Акмолинской области сравнительно невелики и в перспективе не смогут в достаточной мере обеспечить потребности в воде этого региона. Поэтому неизбежно возникнет необходимость использования стока р. Ерчис, как единственного источника дополнительного водоснабжения столицы республики путем переброски воды по каналу им. Сатпаева после его реконструкции. Решение этой задачи будет существенно затруднено, особенно в маловодные периоды при осуществлении забора воды до 2...3 км³ в год и более для канала Кара Ерчис – Карамай в пределах КНР.

В заключение следует отметить, что разработанная в РГП «Казгидромет» методика оценки водопотребления позволяет проводить мониторинг забора воды в верхней части бассейна р. Ерчис в пределах КНР.

Результаты проведенных исследований показали, что изъятие стока р. Ерчис для ее транспортировки по каналу Кара Ерчис – Карамай в объеме 2, 3 и более км³ в год приведет к уменьшению стока реки на всем ее протяжении

примерно на ту же величину. Это существенно затруднит обводнение поймы реки в пределах Семипалатинской и Павлодарской областей, а также переброску воды в регионы центрального и северного Казахстана.

В рассмотренной ситуации необходимо ускорение принятия основополагающих соглашений с КНР по решению вопроса деления стока р. Кара Ертіс.

В последние десятилетия систематические исследования по решению трансграничных вопросов р. Кара Ертіс не проводились. РГП «Казгидромет» может выполнить исследования по оценке водопотребления на территории КНР и его влияния на изменение руслового баланса реки Ертіс и уровня режима водохранилищ многолетнего регулирования на ближайшую и более отдаленную перспективу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Н. Куда течет Иртыш? // Караван. – 1999. – 8 янв. – № 2. – С. 26.
2. Дускаев К.К., Шенбергер И.В. Оценка возможных экологических последствий забора воды из р. Черный Иртыш по каналу Иртыш – Карамай на территории КНР // Вестник КазГУ. Серия географическая. – 1999. – № 8-9. – С. 68-73.
3. Дускаев К.К., Шенбергер И.В. Сегодня Черный Иртыш, завтра Или? // Столичное обозрение. – 1999. – 7 мая. – С. 4.
4. Кузнецов Н.Т. Воды Центральной Азии. – М.: Наука, 1968. – 272 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л: Гидрометеоздат, 1969. – Т. 1. – Вып.1. – 317 с.

РГП «Казгидромет»

ҚЫТАЙ ХАЛЫҚ РЕСПУБЛИКАСЫ АЙМАҒЫНДАҒЫ ҚАРА ЕРТІС ӨЗЕНІНІҢ ЖОҒАРҒЫ БӨЛІГІ АЛАБЫНДАҒЫ СУТҰТЫНУДЫ АНЫҚТАУ

Геогр. ғылымд. канд. В.В. Голубцов
Техника ғылымд. канд. В.И. Ли

Қара Ертіс өзені – Боран ауылындағы табиғи ағындыны қалпына келтіру және ҚХР аймағындағы Ертіс өзенінің жоғарғы бөлік алабындағы сутұтынуды бағалау әдістемелері қарастырылуда.

УДК 551.501:629.195.1

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛЕДОВОГО ПОКРОВА НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ИСЗ «RADARSAT-1»

Доктор техн. наук, проф.	А.Ф. Мухамедгалиев
Канд. геогр. наук	А.Х. Ахмеджанов
Канд. техн. наук	Б.Э. Бекмухамедов
	Т.К. Караданов
	А.А. Мухамедгалиев

Рассмотрена возможность применения данных дистанционного радиолокационного зондирования для наблюдений за динамикой и оценки состояния ледового покрова на Каспийском море.

Особое внимание к ледовой обстановке вызвано развитием нефтедобычи на шельфе Каспийского моря. На Северном Каспии в суровые зимы устанавливается мощный, устойчивый и труднопроходимый ледовый покров. Он препятствует нормальному судоходству и приводит к разрушению морских сооружений. С практической точки зрения, информация о пространственном распределении, дрейфе, типе, возрасте и концентрации морского льда необходима для обеспечения безопасности навигации, рыболовства, добычи нефти и газа в период замерзания моря. Результаты изучения ледовых режимов в зависимости от климатических и гидрологических условий представлены в [1-3, 5]. Исследования дрейфа морского льда по данным наблюдений из космоса помогают прогнозировать образование зон сжатий (торосов) и растяжений (трещин, разводий, полыньи) морского льда. Масштабность космических методов позволяет получать данные для изучения поверхностных течений, что также представляет научный и практический интерес [4].

В отличие от бортовых приборов, обеспечивающих съемку Земли в видимом и инфракрасном (ИК) диапазонах, радиолокационные устройства позволяют получать информацию об исследуемой поверхности независимо от ее освещенности (т.е. в любое время суток) и наличия облачного покрова. Указанное свойство радиолокационных данных представляет

особую ценность при решении задач, связанных с необходимостью получения информации о состоянии ледяного покрова заданной территории в сжатые сроки (независимо от погодных условий и времени суток). Возможность получения информации независимо от освещенности и наличия облачного покрова с помощью спутниковых радиолокационных приборов представляет особый интерес для изучения ледового режима Каспийского моря. Его географическое расположение определяет слабую освещенность (короткий световой день в холодный период) и высокий процент покрытия облачностью большей части территории. Кроме того, обширные территории казахстанской части побережья Каспийского моря характеризуются низкой плотностью населения и труднодоступностью прибрежной зоны, что существенно ограничивает возможности наземных исследований. Проведение самолетных наблюдений в акватории Каспийского моря в настоящее время не реально из-за ограниченности финансирования этих работ. Для обследования ледовой обстановки могут быть полезны регулярные радиолокационные исследования, осуществляемые с помощью спутниковой системой «RADARSAT-1».

В данной работе представлена технология создания электронных ледовых карт на основе радиолокационных данных, что позволит провести анализ и дать оценку состоянию ледовых полей.

При построении ледовых карт в качестве программной оболочки используется ПО ERDAS IMAGINE-8.9 и ArcGIS-9. Регистрация изображения и наличие расширенного инструментария для автоматизированной текстурной классификации и векторизации ледовых объектов (монолитный лед, группы сплоченности льда, трещины) позволяет весь процесс дешифровки и построения векторной ледовой карты Каспийского моря осуществлять с помощью ПО ArcGIS-9. Общая схема создания карты ледовой обстановки следующая:

- точная географическая регистрация спутникового снимка;
- автоматизированная текстурная классификация ледовых зон;
- автоматизированная векторизация ледовых зон;
- редактирование векторного слоя;
- подготовка и создание ледовой карты.

После точной регистрации космических снимков к выбранной географической системе координат (рис. 1а, б) проводится текстурная классификация космического снимка при помощи встроенного инструмента ПО ERDAS IMAGINE-8.9.

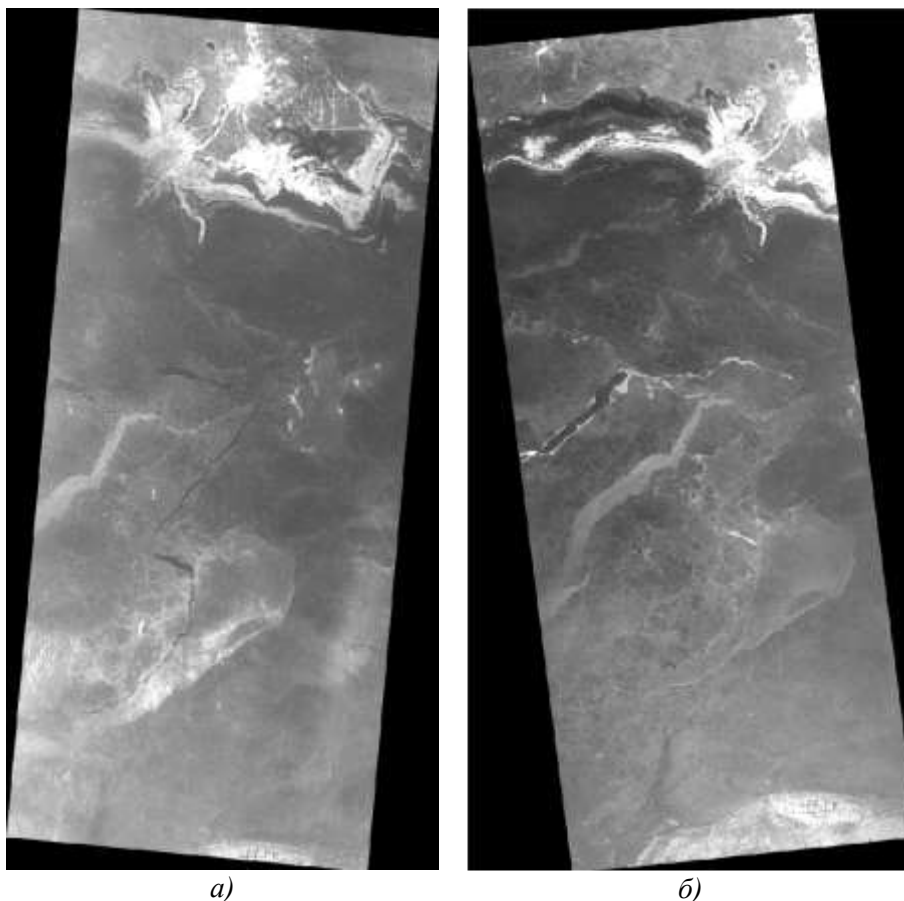


Рис. 1. Космический снимок с ИСЗ «Radarsat» северной части Каспийского моря за 16.02.2006 г. (а) и за 17.02.2006 г. (б).

Следующий этап позволяет провести автоматизированную векторизацию ледовых зон в полноценный векторный слой. Последовательно выделяя на экране каждый векторный слой, вводят ледовые характеристики. Одновременно создаётся соответствующий векторный слой со специальной легендой, которая раскрашивает ледовую карту согласно принятой номенклатуре. Добавление ледовых зон или их вставка в векторную карту осуществляется аналогичным образом. При добавлении к векторному слою ледовой карты очередной ледовой зоны она претерпевает некоторую корректировку. В результате происходит её вырезание по линии берега и границам других зон. Если соседние зоны имеют одинаковые ледовые характеристики, то они объединяются в одну зону. Редактирование векторного слоя представляет собой важный этап работы при создании ледовой

карты. Следующий этап работы обеспечивает внешнее оформление карты. Оно включает в себя, прежде всего, основные картографические элементы – выбор проекции карты и её главного масштаба. Масштаб карты выбирается произвольно и зависит от характера решаемой задачи. Наложение географической сетки осуществляется при помощи соответствующего инструмента из стандартного набора. Раскраска карты осуществляется в различных вариантах в зависимости от решаемых задач. Контекстное меню позволяет выбрать вместо стандартной раскраски, которая используется при создании векторного слоя, следующие четыре варианта:

- раскраска по общей сплоченности льдов;
- раскраска по возрасту;
- специальная раскраска с выделением старых льдов;
- выделением границ зон.

На рис.2 представлены изображение участка из космического снимка за 16.02.2006 г. (а) и изображение этого участка, обработанное методом сглаживания (б).

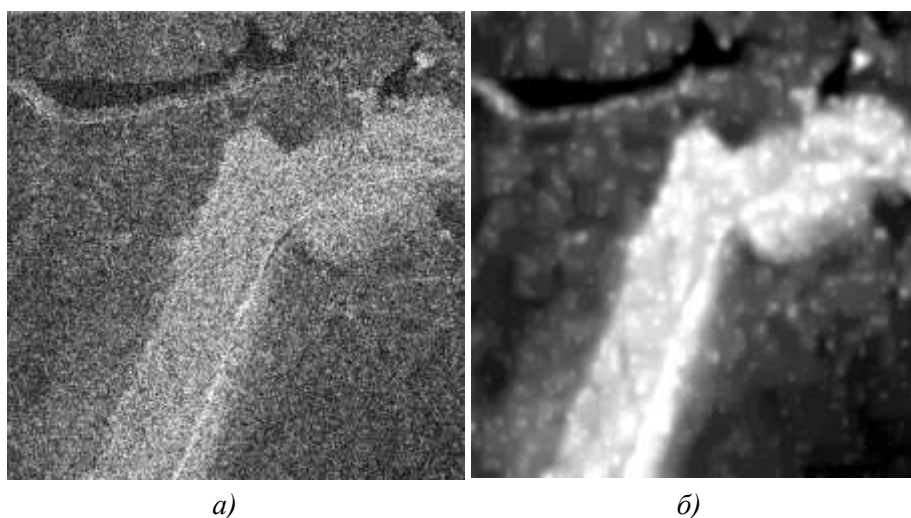
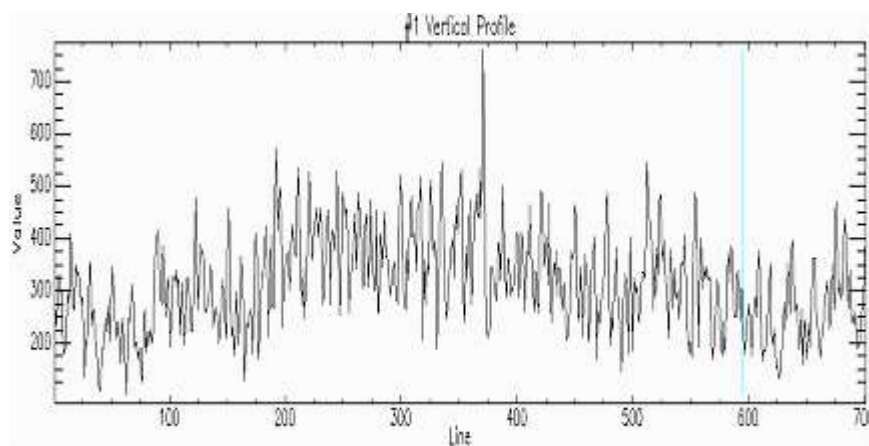
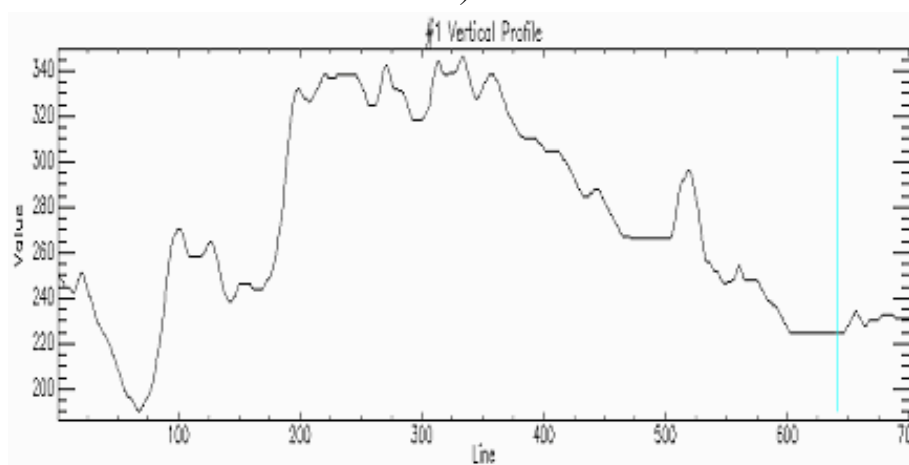


Рис. 2. Вырезанный участок из космического снимка за 16.02.2006 г. (а) и сглаженное изображение этого участка (б).

На рис.3 приведены графики распределения отраженного радиосигнала по горизонтали, проведенной через центр участка и обработанного изображения.



a)



б)

Рис. 3. Распределение отраженного радиосигнала вдоль горизонтали середины участка снимка (а) и обработанного изображения (б).

Данные ИСЗ «RADARSAT-1» о ледовой обстановке на северной части Каспийского моря в АО «КАЗГЕОКОСМОС» оперативно обрабатываются, интерпретируются, и подготавливается три вида выходной продукции:

1. Радиолокационное изображение после проведения радиометрической коррекции и географической привязки. Ввиду того, что угловая зависимость яркости радиолокационного изображения по строке компенсирована с помощью бортового устройства автоматической регулировки усиления, радиометрическая коррекция сводилась к яркостной коррекции изображения (линейному растяжению всех яркостей от ми-

нимального до максимального значения на всю шкалу яркостного диапазона). Географическая привязка осуществлялась в два этапа – грубая по баллистическим данным и уточненная по опорным точкам на снимке. Географически зарегистрированное изображение трансформировалось в проекцию карты исследуемого района, на которую накладывались контуры береговой линии.

2. Цифровой монтаж карт ледовой обстановки, созданных на основе радиолокационной и радиометрической информации по всей территории наблюдения. Перед началом монтажа на всех исходных радиолокационных и радиометрических изображениях производилось смещение диапазонов яркости, таким образом, чтобы точки перегиба гистограмм соответствовали одному и тому же значению яркости. На радиометрическом изображении кроме этого предварительно сглаживались провалы из-за дефекта бортового устройства. Яркостная коррекция на всех исходных изображениях серии проводилась относительно минимального и максимального значения самой широкой гистограммы серии.
3. Тематические карты ледовой обстановки, полученные в результате совместной обработки радиолокационных и пассивных микроволновых изображений. Радиолокационное и радиометрическое изображения после проведения яркостных коррекций и трансформации проекцию карты становились приведенными к одному разрешению на местности и покрывающими одну и ту же территорию. При выборе тестовых участков целесообразно пользоваться таблицей классификации льдов, разработанной Всемирной метеорологической организацией (ВМО).

Дальнейшее повышение эффективности использования радиолокационной информации связано с комплексированием этих данных с другими видами информации российских и зарубежных космических систем.

На радиолокационных космических снимках ИСЗ «RADARSAT-1» северной части Каспийского моря за 16.02.2006 г. и за 17.02.2006 г. наблюдаются как объекты, присутствующие на обеих снимках – старые трещины и группы сплоченности льда, так и изменившиеся объекты – образовавшиеся трещины, покрывшиеся льдом трещины. На основе анализа двух РЛ снимков была определена скорость движения ледяных масс. Анализ трещин показал, что массы льда передвигаются со скоростью 4 км/сут.

На основе космического снимка MODIS от 14.02.2005 г. (рис. 4) была построена электронная карта ледовых полей на Каспийском море (рис. 5).

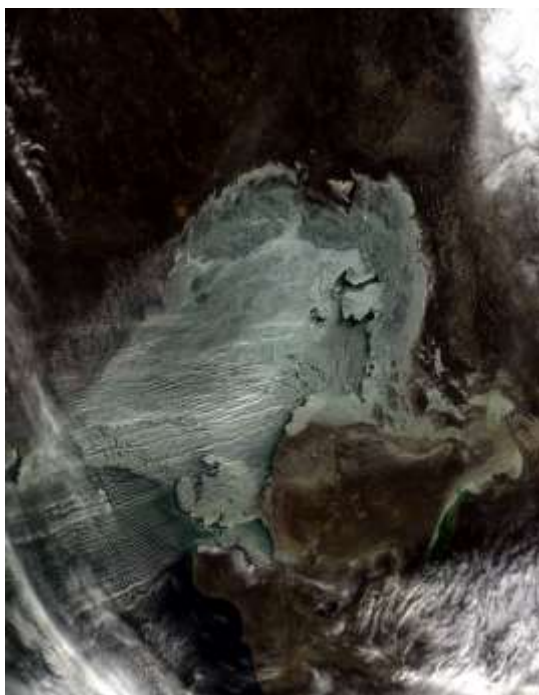
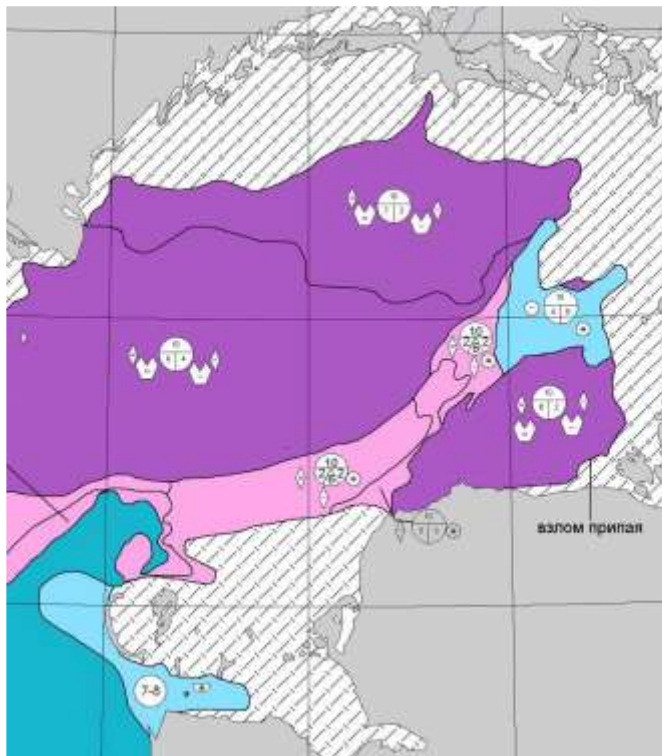


Рис. 4. Космический снимок MODIS от 14.02.2005 г.

Тематические обозначения и классификация ледовых полей являются общепринятыми стандартами в картографии.

Результаты работ, проводившихся в АО «КАЗГЕОКОСМОС» по оценке ледовой обстановки на акватории Каспийского моря на основе обработки спутниковых радиолокационных данных:

1. Создание ежедневных карт ледовой обстановки на шельфе Каспия на основе спутниковых РЛ данных. Карты включают в себя данные по сплоченности льда, толщине, торосистости, а также данные о динамике за прошедшие сутки.
2. Информационное обеспечение судов радиолокационной информацией и результатами ее обработки для обеспечения судоходства в северной части Каспийского моря.
3. Данные о структуре и динамике образования и схода морского льда в бассейне Каспийского моря. Создано программно-математическое обеспечение первичной и тематической обработки радиолокационной информации, отвечающее высоким требованиям.



Условные обозначения

Возрастные характеристики (толщина) дрейфующего льда в см	Возрастные характеристики (толщина) гряды в см	Формы плавающего льда	Обозначение характеристик льда
- чистая вода	- молодой лед (10-30)	- небольшие виды льдов	- сплоченность льда в баллах
- белый лед (до 10)	- тонкий одноклетный белый лед (30-70)	- бленчатый лед (0,3-3 м)	- возрастной состав дрейфующих льдов 10 - общая сплоченность 5 - количество более старого 4 - количество более молодого
- серый лед (10-15)	- одноклетный лед средней толщины (70-120)	- мелкобитый лед (2-20 м)	
- серо-белый лед (15-30)	- толстый одноклетный лед (>120)	- крупнобитый лед (20-100 м)	
- тонкий одноклетный (белый) лед (30-70)		- обломки ледяных полей (100-500 м)	
- одноклетный лед средней толщины (70-120)		- большие поля (1,5-2 км)	- закреплённость льда (от 1 до 3 баллов)
- толстый одноклетный лед (>120)			

Рис. 5. Электронная карта ледовых полей на Каспийском море.

Накопленный опыт по обработке и интерпретации спутниковых радиолокационных данных при изучении ледовой обстановки распространен на другие области исследований, такие как изучение состояния суши на основе использования спутниковых данных дистанционного зондирования высокого разрешения и др.

Совместная обработка, анализ и интерпретация спутниковых, картографических и наземных данных на базе современных геоинформационных

технологий может существенно повысить возможности решения широкого круга прикладных задач, таких как мониторинг чрезвычайных ситуаций на море, всепогодный мониторинг ледовой обстановки, обеспечение безопасного мореплавания и рыболовства на акватории Каспийского моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухарицын П.И. Особенности процессов торошения ледяного покрова северной части Каспийского моря // Водные ресурсы. – 1984. – № 6. – С. 115-123.
2. Бухарицын П.И. Расчет и прогноз толщины наслоенного льда в судоходных районах северо-западной части Каспийского моря // Метеорология и гидрология. – 1986. – №4. – С. 87-93
3. Веселова Л.Е. Ледяной покров Каспийского моря, условия его образования и развития // Труды ГОИН.– 1956. – Вып. 024. – С. 56-127.
4. Радиолокация поверхности Земли из космоса / Под ред. Л.М. Митника и С.В. Викторова. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 200 с.
5. Шиварева С.П., Васенина Е.И., Соколова Л.М. О ледовом покрове Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. –2003. – №2. – С. 62-73.

АО “КАЗГЕОКОСМОС”, г. Алматы

ҒАРЫШТЫҚ РАДИОЛОКАЦИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША КАСПИЙ ТЕҢІЗІНДЕГІ МҰЗ ҚАБАТЫН БАҚЫЛАУ

Техн. ғылымд. докторы	А.Ф. Мухамедгалиев
Геогр. ғылымд. канд.	А.Х. Ахмеджанов
Техн. ғылымд. канд.	Б.Э. Бекмухамедов
	Т.К. Караданов
	А.А. Мухамедгалиев

Осы жұмыста ғарыштық радиолокациялық зондылау мәліметтерін Каспий теңізіндегі мұз қабатын бақылау мүмкіндігі көрсетілген.

УДК 519.16: 556.072

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЯДОВ ГОДОВОГО СТОКА
РЕК УРАЛА-ЭМБИНСКОГО РАЙОНА**

Доктор геогр. наук С.К. Давлетгалиев

Статистический анализ рядов наблюдений годового стока у рек Урал и Илек показал на однородность и стационарность этих рядов. Влияние водохранилищ многолетнего регулирования на годовой сток несущественно, оно, в основном приводит к снижению амплитуды колебаний речного стока и не скажется на общей оценке водных ресурсов.

Крупными реками, исследуемого региона, имеющими достаточно продолжительный период наблюдений, являются р. Урал и р. Илек. На р. Урал длинный ряд имеется у с. Кушум с 1921 и у п. Махамбет (с. Тополи) с 1936, а на р. Илек у г. Актобе с 1940 г.

Данные годового стока этих рек могут быть использованы для приведения к многолетнему периоду стока других рек и пунктов этого района. Для этой цели пропуски в наблюдениях на этих реках были восстановлены. Сток за 1999 г. по р. Урал – с. Кушум рассчитан по аналогу р. Урал – п. Махамбет, по р. Илек – г. Актобе за 1943, 1998, и 2004 гг. восстановлен по зависимости годового стока от стока за IV – V месяцы, а за 1945, г. – по аналогу Урал – с. Кушум. За 2000 и 2003 гг. – р. Илек – с. Чилик, за 2001 – р. Карахобда, за 2002 г. – р. Хобда.

Основным требованиям при выборе пунктов – аналогов являются наличие синхронности в колебаниях речного стока расчётного створа и створов – аналогов. Наличие синхронности выражается через коэффициенты парной и множественной корреляции между стоком в этих пунктах. Установление надёжной связи возможно при однородности и стационарности рядов рек – аналогов.

С августа 1957 на р. Урал начато заполнение Ириклинского водохранилища, осуществляющего многолетнее регулирование стока, в виду чего естественный сток р. Урал с 1958 должен быть искажен. В [1] отмечается, что изменение режима по р. Урал распространяется на участке от с. Уральск до г. Оренбурга. Ниже г. Оренбурга в р. Урал впадают крупные водоносные притоки (реки Сакмара, Илек, Чаган и др.). У с. Кушум влия-

ние Ириклинского водохранилища на режим стока не сказывается. На р. Илек с 1980 г. действует Актюбинское водохранилище, осуществляющее также малолетнее регулирование стока.

Для практического вывода о возможности использования этих рядов в качестве аналогов для пунктов с короткими рядами и возможности использования для этой цели единой корреляционной связи возникает необходимость детального исследования данных по стоку в указанных пунктах на однородность и стационарность. Для этой цели, в первую очередь, могут быть использованы критерии Фишера для оценки однородности дисперсии и Стьюдента для оценки однородности среднего. Период наблюдений за стоком р. Урал – с. Кушум был разбит на две части: 1921...1957 гг. ($n_1 = 37$) и 1958...2004 гг. ($n_2 = 42$). Для первого периода получены следующие параметры: $\bar{Q}_1 = 327 \text{ м}^3/\text{с}$, $D_1 = 50077 \text{ (м}^3/\text{с)}^2$, $r_1 = 0,28$, $Cv_1 = 0,68$, для второго – $\bar{Q}_2 = 298 \text{ м}^3/\text{с}$, $D_2 = 15648 \text{ (м}^3/\text{с)}^2$, $r_2 = 0,25$, $Cv_2 = 0,42$. Статистики Фишера и Стьюдента, вычисленные по известным формулам [2, 3], соответственно равны 3,20 и 0,74. Критическое значение статистики Фишера при $n_1 = 37$, $r_1 = 0,27$ (r_1 – среднее значение для данного района) и $\alpha = 5\%$ равно 2,13, статистика Стьюдента – 2,64 (при $n_2 = 47$, $\alpha = 5\%$).

Сопоставление, вычисленных значений статистик с их критическими, показывает: нарушение однородности ряда с 1958 г. с точки зрения его дисперсии и сохранение однородности ряда с точки зрения его математического ожидания.

Проверка статистической однородности исследуемого ряда с точки зрения характера их автокорреляции произведена путём сравнения оценок $r_1(1)$ и $r_2(1)$ коэффициентов автокорреляции между стоком смежных лет, полученных для первой $r_1(1)$ и второй $r_2(1)$ частей ряда. Для этой цели использована статистика критерия Андерсона [4], которая рассчитывается по формуле:

$$t(r) = [r_1(1) - r_2(1)] \sqrt{(n_1 - 1)(n_2 - 1) / (n_1 + n_2 - 2)}$$

При $r_1(1) = 0,28$ и $r_2(1) = 0,23$ вычисленное значение статистики Андерсона равно $t(r) = 0,14$. Не превышение абсолютного значения этой статистики, при уровне значимости $\alpha = 5\%$, над критическим числом 1,96 означает однородность характера автокорреляции ряда. К аналогичному выводу можно прийти при оценке однородности автокорреляции годового стока р. Илек $t(r) = 1.16 < 1.96$.

Графический анализ однородности рядов, путём построения интегральной кривой (рис. 1) не показывает нарушения однородности рядов, начиная с 1958 г. Однородность рядов р. Урал с точки зрения их дисперсии проверялась также с помощью непараметрического критерия Сиджеля и Тьюки [5]:

$$Z = \frac{(R_1 - \frac{n_1(n_1 + n_2 - 1)}{2}) - \frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{n_1(n_1 + n_2 + 1)n_2}{12}}},$$

где n_1 и n_2 – объёмы выборок, $n_1 < n_2$, R_1 – сумма рангов для объёма n_1 .

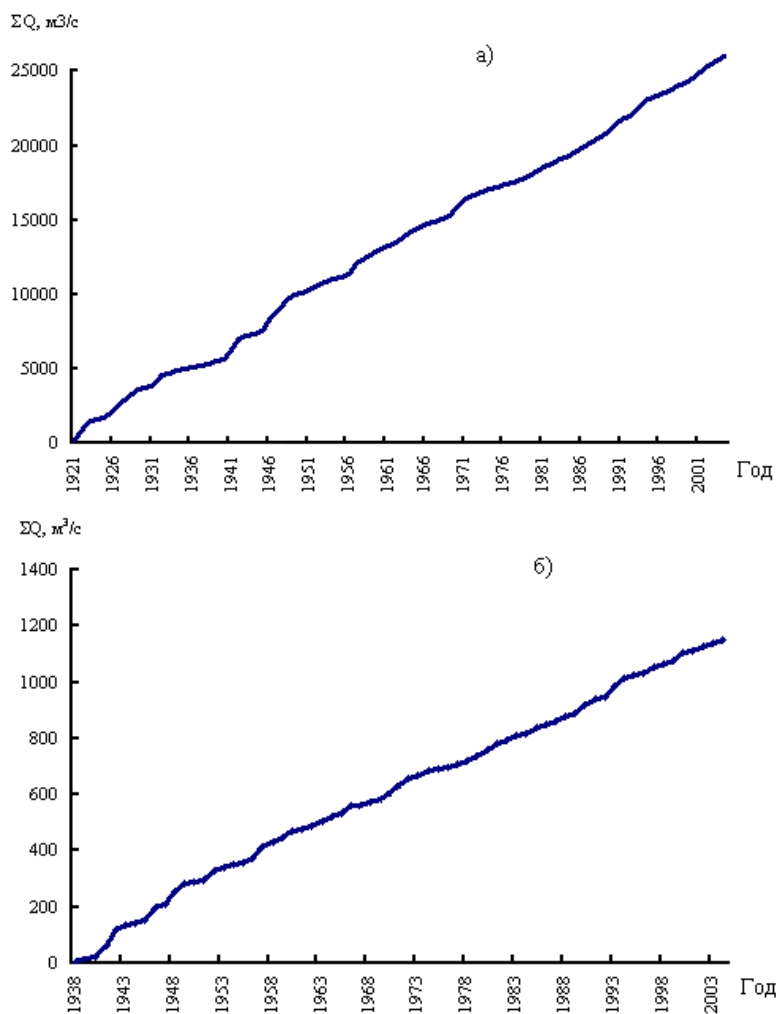


Рис. 1. Интегральная кривая среднегодовых расходов рек.
а) р. Урал – с. Кушум; б) р. Илек – г. Актобе.

Сумма рангов первого периода $R_1 = 1505$, а вычисленное значение Статистики Сиджеля – Тьюки – $Z = 0,61$.

При $\alpha = 5 \%$ критическое значение этой статистики равно $Z_{5\%} = 1,96$. Следовательно, нулевая гипотеза, утверждающая, что дисперсии первого и второго периодов равны, принимается. Хотя критерии Сиджеля и Тьюки разработаны для независимых и нормально распределённых последовательностей, существенное превышение критического значения статистики над эмпирическим даёт основание для использования этого критерия при оценке однородности двух дисперсии р. Урал.

Принадлежность двух выборок к одной совокупности исследована с помощью двух критериев: Манна – Уитни и Краскела – Уолиса.

Статистики U – критерия Манна – Уитни определены по формуле [2, 6]

$$U_1 = w_1 - \frac{n_1(n_1 + 1)}{2},$$

$$U_2 = w_2 - \frac{n_2(n_2 + 1)}{2},$$

где w_1 и w_2 – соответственно сумма рангов ряда первого и второго периодов.

В данном случае $w_1 = 1505$, $w_2 = 2065$, $U_1 = 839$ и $U_2 = 937$. Поскольку $n_1 > 20$, и $n_2 > 20$, критическое значение $U_{n_1 n_2 \alpha}$ при $\alpha = 5 \%$ вычисляется по формуле из [1, 5].

$$U_{n_1 n_2 \alpha} = \frac{1}{2} n_1 n_2 - \lambda_{1-\alpha} \sqrt{\frac{1}{12} n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)},$$

где λ – квантиль нормального распределения при $\alpha = 0,05$ значение $\lambda_{0,95} = 1,96$.

Меньшее значение статистик U_1 и U_2 сопоставляется критическим значением $U_{n_1 n_2 \alpha}$. В данном случае $U_1 = 802 > U_{37,47,0,05} = 651$. Следовательно, есть основания для принятия гипотезы принадлежности годовых расходов двух периодов р. Урал – с. Кушум к одной совокупности.

К аналогичному заключению можно прийти при оценке однородности рядов р. Урал по критерию Краскела – Уолиса [7]

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{w_j^2}{n_j} - 3(N+1),$$

где N – длина всего ряда; k – число выборок; w_j – сумма рангов.

Для больших объёмов n_1, n_2, \dots, n_k статистика H приближённо распределена как χ^2 с $(k-1)$ степенями свободы. Так как вычисленное значение статистики существенно меньше критического, т.е. $H = 0,37 < \chi^2_\alpha = 3,79$ (при $\alpha = 5\%$), гипотеза об однородности рядов принимается.

Для исследования однородности данных годового стока р. Илек – г. Актобе ряд наблюдений по данной реке был разделён на два периода: 1940...1979 гг. ($n_1 = 40$) и 1980...2004 гг. ($n_2 = 25$), т.е. до и после строительства водохранилища. Для указанных периодов получены следующие параметры $\overline{Q}_1 = 18,8 \text{ м}^3/\text{с}$, $D_1 = 147 \text{ (м}^3/\text{с)}^2$, $Cv_1 = 0,68$, $r_1(1) = 0,15$ и $\overline{Q}_2 = 16,7 \text{ м}^3/\text{с}$, $D_2 = 67,3 \text{ (м}^3/\text{с)}^2$, $Cv_2 = 0,42$, $r_2(1) = -0,11$. Вычисленные значения статистики Фишера и Стьюдента соответственно равны 2,21 и 0,48. Сопоставление их с критическими значениями ($F_\alpha = 2,10$, $t_\alpha = 2,63$) показывает некоторую неоднородность рядов по величине дисперсии и однородность по среднему значению.

Проверка данных расходов воды р. Илек по критерию Манна – Уитни показала принадлежность стока двух периодов к одной совокупности, т.е. однородность рядов ($U_1 = 437 > U_{25, 40, 0,05} = 394$).

Однородность стока изучаемых рек оценена также по критерию Колмогорова – Смирнова [3]

$$D = \max (P_{i1} - P_{i2}),$$

где P_{i1} и P_{i2} – эмпирические обеспеченности стока двух сравниваемых периодов.

В результате расчётов получены для р. Урал – с. Кушум $D = 0,27 < D_\alpha = 0,33$ (при $n = 37$, $r(1) = 0,27$), для р. Илек – г. Актобе – (при $n = 25$, $r(1) = 0,27$) $D = 0,13 < D_\alpha = 0,40$. Из этих данных также следует, что гипотеза однородности рядов стока может быть принята.

Анализ квазистационарности выборочных дисперсий и средних можно выполнить и по несколько иной схеме [3, 8]: эмпирические кривые распределения строятся не по самым оценкам средних и дисперсий, а по статистикам Стьюдента и Фишера, рассчитанным на основании данных наблюдений. При этом объёмы выборок рекомендуется принимать равными $n = 6 \dots 10$ годам [3]. По ℓ значениям выборочных средних и дисперсий можно получить $k = \ell(\ell-1)/2$ значений статистик F и t , по которым строятся эмпирические кривые распределения статистик Стьюдента и Фишера.

Интервал разбиения на частные выборки для рек Урал и Илек был принят равным 10 годам. В этом случае количество независимых стати-

стик соответственно составило 28 и 15 для наблюдаемых данных р. Урал и р. Илек по состоянию 2004 г.

По вычисленным значениям статистик Фишера были построены эмпирические кривые распределения этой статистики по р. Урал и р. Илек. Полученные кривые были сопоставлены с теоретическими кривыми F – распределения при $n_1 = n_2 = 10$, $r(1) = 0,3$ [2, 3, 8]. Максимальное расхождение между теоретической и эмпирической обеспеченностью (D) оценено с помощью статистики Колмогорова – Смирнова [3]. В результате сопоставления её с критическими значениями D_α получены: $D = 0,12 < D_\alpha = 0,37$ (для р. Урал) и $D = 0,30 < D_\alpha = 0,44$ (для р. Илек), при 5 % уровне значимости можно сделать вывод, что данные наблюдений по двум основным рекам Урала – Эмбинского района не опровергают гипотезу о квазистационарности выборочных дисперсий в пределах рассматриваемого периода, несмотря на довольно значительное расхождение между теоретическими и эмпирическими значениями статистики Фишера для р. Илек (рис. 2). Существенное превышение значений статистик F , в зоне малых обеспеченностей, по сравнению с остальными данными связано многоводностью и высокой изменчивостью водности сороковых годов (первая выборка). Эмпирические значения F , вычисленные по данным р. Урал довольно хорошо согласуются с теоретической кривой.

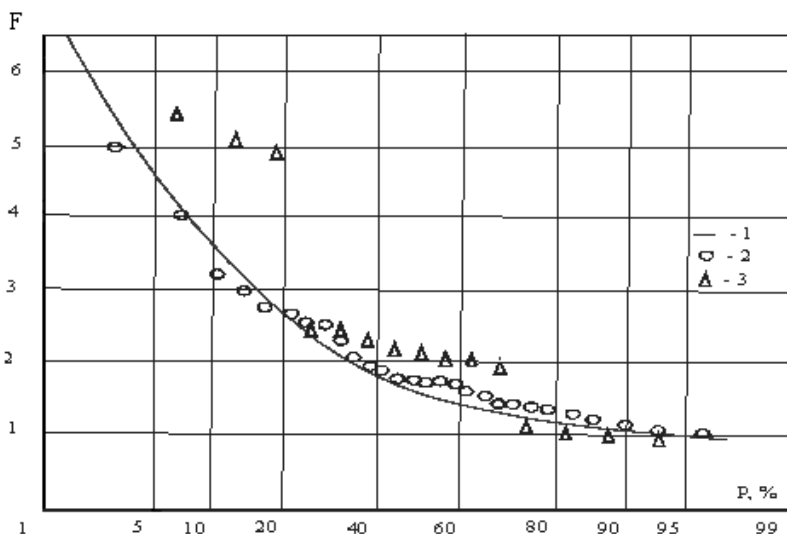


Рис. 2. Эмпирические и теоретические кривые статистик Фишера для рядов годового стока. 1 – теоретическая кривая при $n_1 = n_2 = 10$, $r(1) = 0,3$; эмпирические кривые: 2 – р.Урал – с. Кушум; 3 – р. Илек – г. Актобе.

На рис. 3 приведены эмпирические и теоретические значения $t/$ -распределения Стьюдента для рек Урал у с. Кушум и Илек у г. Актобе. Проверка гипотезы однородности выборочных средних - это и проверка гипотезы квазистационарности выборных средних она была выполнена, как и выше, по критерию Колмогорова – Смирнова. В результате расчёта установлено, что статистики $D = 0,13 < D_\alpha = 0,37$ (для р. Урал) и $D = 0,13 < D_\alpha = 0,44$ (для р. Илек), т.е. эмпирические значения D существенно меньше критического D_α . Следовательно, гипотеза квазистационарности выборных средних изучаемых рек не опровергается.

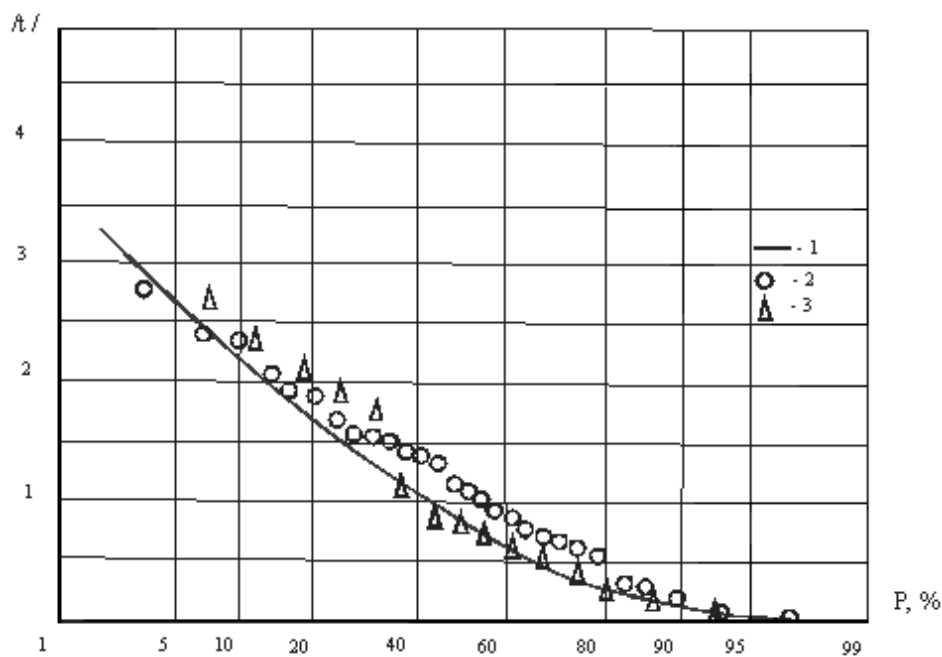


Рис. 3. Эмпирические и теоретические кривые статистик Стьюдента для рядов годового стока. 1 – теоретические кривые при $n_1 = n_2 = 10$, $r(1) = 30$; эмпирические кривые: 2 – р. Урал – с. Кушум; 3 – р. Илек – г. Актобе.

Ввиду ограниченности количества выборочных коэффициентов корреляции проверка гипотезы квазистационарности коэффициентов корреляции между смежными членами ряда не производилась. Однако следует указать на существенное различие коэффициентов корреляции различных 10-летних периодов, что даёт основание сомневаться о квазистационарности этих коэффициентов.

Стационарность ряда можно оценить также с помощью критериев инверсий [7]. В этом случае вычисляется статистика J , т.е. число случаев, когда за некоторым числом временного ряда, следуют меньшие по величине значения, что и считается, инверсией.

Для р. Урал и р. Илек число инверсий получено равным соответственно $J = 1549$ и $J = 1097$. Из [7] при $\alpha = 0,05$ и $n = 84$ для р. Урал имеем $J_\alpha = 1967$, для р. Илек – $J_\alpha = 1991$ (при $\alpha = 0,05$ и $n = 65$). Из сопоставления полученных данных видно, что в обоих случаях вычисленные значения инверсии меньше критического. Следовательно, наблюдаемые ряды этих рек стационарны, и тренд в данных рядах отсутствует.

Одной из наиболее распространённых при исследовании зависимости процесса от времени является ранговый критерий Спирмэна [2]:

$$\rho = 1 - 6 \sum_{i=1}^n d_i^2 / (n^3 - n),$$

где d_i^2 – разность между порядковым номером и рангом каждого хронологического ряда длиной n .

Значения ρ для рек Урал и Илек соответственно получились равным $\rho = 0,10$ и $\rho = -0,12$. Полученные результаты близки к нулю, что свидетельствует об отсутствии тренда в рядах наблюдений и стационарности процесса.

Таким образом, анализ многолетних колебаний годового стока рек Урал и Илек по разным статистическим критериям даёт определённое основание отнести ряд наблюдений этих рек к стационарным. Влияние водохранилищ многолетнего регулирования мало сказывается на режим годового стока, оно, в основном, приводит к снижению амплитуды колебаний речного стока. Уменьшение изменчивости стока последних периодов замечено и на других реках. Критерий Фишера отвергает гипотезу однородности дисперсий наблюдаемых данных р. Урал и Илек до и после осуществления регулирования стока. В то же время проверка рядов по другим критериям не отвергает указанную гипотезу. Анализ самих статистик Фишера и Стьюдента показывает квазистационарность дисперсий и средних этих рек. Итак, несмотря на заметное уменьшение дисперсии в рядах, наблюдаемые данные годового стока этих рек с учётом восстановленных за отдельные годы величин могут быть использованы для приведения коротких рядов годового стока рек Урало-Эмбинского района к многолетнему периоду. Снижение дисперсий может сказаться на отдельных восстанавливаемых величинах годового стока, но не скажется на общей оценке ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные гидрологические характеристики. Том 12, Вып. 12, Гидрометеоиздат, Л.: Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. 1966 г. 514 с.
2. Давлетгалиев С.К. Анализ однородности гидрологических данных. – Алматы: Қазақ университеті, 2000. – 101 с.
3. Рекомендации по статическим методам анализа однородности пространственно – временных наблюдений речного стока. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 78 с.
4. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. – М.: Мир, 1976. – 775 с.
5. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. – М.: Мир, 1973. – 948 с.
6. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. Таблицы по математической статистике. – М.: Финансы и статистики, 1982. – 267 с.
7. Холлендер М., Вулф. Д.А. Непараметрические методы статистики. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 518 с.
8. Сахарюк А.В. Оценка стационарности многолетних колебаний речного стока // Труды ГГИ, 1981, Вып. 282. – С. 78-87.

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби

ОРАЛ-ЕМБІ АУДАНЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ ҚАТАРЛАРЫНА СТАТИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ ЖАСАУ

Геогр. ғылымд. докторы С.Қ. Дәулетқалиев

Орал және Ілек өзендерінің жылық ағынды қатарларына статистикалық талдау жасау арқылы бұл қатарлардың біртектілігі және тұрақтылығы көрсетілген. Көпжылдық реттеуіш су қоймаларының жылдық ағындыға әсері айтарлықтай емес, ол негізінен өзен ағындысының өзгеру амплитудасын төмендетуге әкеліп соқтырады және су ресурстарын жалпы бағалауға әсерін тигізбейді.

УДК 551.524.34(574)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМЫ ГОДОВОГО СТОКА МАЛЫХ РЕК И
ВРЕМЕННЫХ ВОДОТОКОВ ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА**

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов

Рассматривается способ расчета нормы годового стока малых рек и временных водотоков степных и полупустынных районов республики. В основу способа расчета положена зависимость показателя степени редукции нормы годового стока по площади от зональной нормы годового стока рек с площадью водосбора $F \geq 3000 \text{ км}^2$. Предложенный способ позволяет рассчитывать норму стока малых рек и временных водотоков Северного, Центрального и Западного Казахстана, а также Северного Прибалхашья.

Редукция – изменение нормы годового стока рек и временных водотоков в зависимости от размеров их водосборов в зонах с разным уровнем увлажнения имеет разный характер. Разнообразие проявления редукции нормы годового стока по площади можно проследить в пределах территории России и Казахстана.

В районах избыточного увлажнения (преимущественно лесная зона России) редукция нормы годового стока по площади отсутствует. Это обусловлено высоким положением уровня грунтовых вод. В этих условиях реки с различными размерами площади водосбора и, следовательно, различными глубинами вреза их русел получают достаточное питание за счет грунтовых вод. В этих районах зональная норма годового стока превышает 4 л/с с 1 км².

В районах достаточного увлажнения (преимущественно лесостепная зона России) норма годового стока рек уменьшается с уменьшением площади их водосборов. Это обусловлено более глубоким по сравнению с районами избыточного увлажнения залеганием уровня грунтовых вод, когда только реки, имеющие большие площади водосбора и, следовательно, глубокий врез русел, получают достаточное грунтовое питание. Норма зонального годового стока в этих районах находится примерно в пределах 2...4 л/с с 1 км².

В районах недостаточного увлажнения (это в основном степная и полупустынная зоны Казахстана) норма среднего годового стока рек и временных водотоков увеличивается с уменьшением их площади. Это обусловлено увеличением потерь стока на водосборах больших размеров

по сравнению с водосборами меньшей площади. Грунтовые воды в этих районах залегают очень глубоко и практически не принимают участие в формировании стока, даже рек с площадью водосбора $F \geq 3000 \text{ км}^2$. Зональная норма стока рек в этих районах не превышает $1 \text{ л/с с } 1 \text{ км}^2$.

Следует отметить, что между двумя последними районами существует промежуточная зона (в основном это южная часть лесостепи на северо-западе Казахстана), где не проявляется зависимость нормы годового стока рек от площади их водосбора. В этой зоне потери стока, увеличивающиеся с увеличением площади водосбора, компенсируются увеличением подземного питания рек [7, 8]. Зональная норма стока рек в этой промежуточной зоне составляет $1 \dots 2 \text{ л/с с } 1 \text{ км}^2$.

Рассмотрим более детально изменение редукции нормы годового стока рек и временных водотоков по площади их водосборов для степных и полупустынных районов Казахстана.

При разработке методик гидрологических расчетов для этих районов основное внимание уделяется определению коэффициентов перехода от нормы годового стока рек с площадью водосбора $F \geq 3000 \text{ км}^2$ (зональной нормы годового стока) к норме стока малых рек и временных водотоков. Эти переходные коэффициенты определяются с помощью следующего выражения:

$$K = \left(\frac{3000}{F + 1} \right)^n, \quad (1)$$

где K – переходный коэффициент от стока средних рек с площадью водосбора более 3000 км^2 к стоку малых рек и временных водотоков; F – площадь водосбора водотока, с $F < 3000 \text{ км}^2$; n – показатель степени редукции.

В результате проведения экспедиционных исследований и обобщения полученных материалов ГГИ (ныне ГУ-ГГИ) в 50-х – 60-х годах прошлого века были определены переходные коэффициенты от нормы годового стока рек с площадью водосбора $F \geq 3000 \text{ км}^2$ к норме годового стока малых рек и временных водотоков для отдельных регионов Северного Казахстана и Алтайского края. По исследованиям ГГИ величина переходных коэффициентов от стока средних рек с площадью водосбора более 3000 км^2 к стоку малых рек и временных водотоков зависит от величины стока средних рек. В дальнейшем значения полученных переходных коэффициентов были систематизированы в соответствии с выявленной закономерностью их изменения – увеличением, по мере уменьшения нормы годового стока рек с площадью водосбора $F \geq 3000 \text{ км}^2$ [1]. В резуль-

тате этой систематизации для степных и полупустынных районов Северного Казахстана была разработана обобщенная таблица рассматриваемых переходных коэффициентов для значений модуля зонального годового стока равных 0,1 л/с с 1 км² и менее, а также 0,2, 0,3, 0,4, и 0,5 л/с с 1 км² и более. Данные этой таблицы были предназначены для определения нормы годового стока малых водотоков при использовании карт зонального годового стока, построенных по данным наблюдений на реках с площадью водосбора $F \geq 3000$ км².

По нашему мнению, для решения этой задачи более предпочтительной является реализация отмеченной выше закономерности путем построения зависимости показателя степени редукиции n от модуля зонального стока рек с помощью водосбора $F \geq 3000$ км². Для конкретизации этой зависимости автором использованы карты нормы стока средних рек и районные показатели редукиции, приведенные в работе ГГИ [5] и Казахского НИГМИ [3]. Определение средней величины нормы стока рек (с $F \geq 3000$ км²) для районных показателей степени редукиции производилось планиметрированием карт стока [3]. В районах, где не наблюдается существенных изменений стока по территории, определение средней величины нормы стока производилось с помощью редукиционных зависимостей [5]. Показатели степени редукиции в отдельных случаях вычислялись с помощью переходных коэффициентов или редукиционных зависимостей [2].

Средние значения нормы годового стока рек $M_{F \geq 3000}$ и соответствующие им районные показатели степени редукиции n приведены в табл. 1 [2, 6].

Приведенные в этой таблице данные были использованы для построения зависимости $n = f(M_{F \geq 3000})$.

Эта зависимость (рис. 1) имеет следующее аналитическое выражение:

$$n = -0,1249 \ln M_{F \geq 3000} \quad (2)$$

или

$$M_{F \geq 3000} = \frac{1}{3000^n} \quad (3)$$

или

$$M_{F \geq 3000} = \exp(-8,006n), \quad (4)$$

где $M_{F \geq 3000}$ – модуль среднего годового стока рек с площадью водосбора $F \geq 3000$ км² в л/с, с 1 км²; n – районный показатель степени редукиции.

Таблица 1

Средняя величина нормы годового стока и районные показатели степени редукиции

Область, край	Район показателя степени редукиции	Норма годового стока $M_{F \geq 3000}$, л/с с 1 км ²	Показатель степени редукиции n
Целиноградская	I	0,53	0,07
Целиноградская	II	0,36	0,12
Целиноградская	III	0,18	0,19
Кокчетавская	I	0,61	0,07
Кокчетавская	II	0,44	0,12
Кокчетавская	III	0,2	0,19
Кустанайская	-	0,24	0,2
Северо-Казахстанская	-	0,11	0,3
Павлодарская	-	0,07	0,27
Алтайский край	I	0,11	0,28
Алтайский край	Б	0,1	0,35
Карагандинская	зап. часть	0,3	0,16
Карагандинская	вост. часть	0,3	0,14

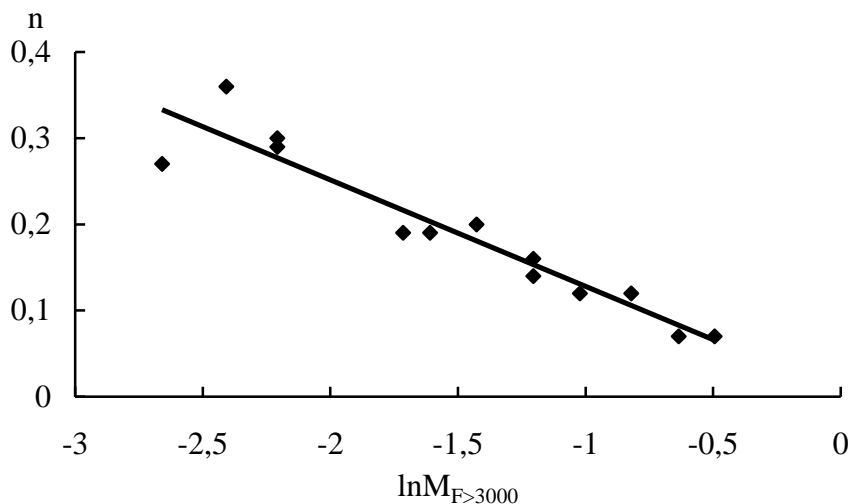


Рис. 1. Зависимость показателя степени редукиции от натурального логарифма модуля среднего годового стока рек с $F \geq 3000$ км².

Коэффициент корреляции зависимости (2) равен $0,95 \pm 0,017$. Единица в числителе формулы (3) является предельным значением модуля среднего годового стока рек с $F \geq 3000$ км², выше которого не наблюдается увеличения среднего годового стока с уменьшением площади водосбора. Величина 3000 в знаменателе – площадь водосбора, км². Последняя является

пределом, от которого начинается увеличение модуля стока с уменьшением площади водосбора. Указанная величина, полученная ГГИ для рек Северного Казахстана, подтверждается исследованиями КазНИГМИ в западной части Карагандинской области [6].

Следует отметить, что выражение (2), записанное в другой форме, было ранее получено автором [2] в виде аналитического представления графической зависимости $M_{F \geq 3000} = f(n)$, построенной по данным таблицы 1. В дальнейшем оно использовалось при определении нормы среднегодового стока малых рек и временных водотоков Карагандинской области [6].

Необходимо отметить, что для равнинных районов Западного Казахстана значение показателя степени редукции, соответствующее определенной величине модуля зонального годового стока рек $M_{F \geq 3000}$, опубликованной в монографии [7], значительно отличается от данных, приведенных в табл. 1. Для определения влияния площади водосбора на модуль среднего годового стока рек авторами этой монографии были использованы гидрологические наблюдения Западно-Казахстанской стоковой станции в бассейне реки Ащиуил. В результате для этого бассейна был получен показатель степени редукции равный 0,045 [7]. Положив в основу это значение, авторы методики, рассчитав переходные коэффициенты для водосборов различных размеров, построили интерполяционные графики, приняв в качестве начального значения показатель степени редукции равный нулю при значении модуля среднего годового стока 0,4 л/с 1 км², и в качестве конечного значения – 0,21 при значении модуля стока равного 0,1 л/сек с 1 км². Отличие приведенных в монографии [7] показателей степени редукции модуля среднего годового стока по площади водосборов от аналогичных параметров для регионов Северного Казахстана заставило автора статьи подвергнуть использованные данные по годовому стоку в бассейне реки Ащиуил дополнительному анализу. В результате этого анализа, при установлении зависимости модуля годового стока от площади водосборов, были исключены из рассмотрения значения стока с водосборов размером менее 20 км², в связи с влиянием на их величину ветрового снегопереноса, приводящего в условиях равнинного рельефа местности к уменьшению запасов влаги в снеге перед началом весеннего снеготаяния. Кроме того, были исключены из рассмотрения данные по стоку лога Лимансай, в связи с занижением годового стока, по-видимому, за счет влияния азонального фактора – аномальной инфильтрационной способности почвогрунтов, и выражающимся в относительно учащенном отсутствии

весеннего и годового стока в отдельные годы по сравнению с данными по другим соседним водотокам.

В результате использования остальных данных по стоку водотоков в бассейне р. Ащиуил и учета того, что увеличение нормы стока наблюдается для рек и временных водотоков с площадью водосбора менее 3000 км², показатель степени редукиции был получен равным 0,12. Такая оценка показателя степени редукиции для бассейна р. Ащиуил, расположенного между изолиниями зональной нормы годового стока 0,3 л/с с 1 км² и 0,4 л/сек с 1 км², хорошо согласуется с аналогичными значениями этого параметра для Акмолинской и Кокшетауской областей республики.

Таким образом, следует полагать, что зависимость показателя степени редукиции модуля среднего годового стока рек и временных водотоков по площади, полученная в основном для районов Северного и Центрального Казахстана, может быть использована и для территории Западного Казахстана. Эта зависимость, по-видимому, также может быть использована и для территории Северного Прибалхашья, характеризующейся аналогичными значениями зональной нормы годового стока рек.

С помощью зависимости (2), можно определить показатель степени редукиции нормы среднего годового стока рек и временных водотоков по площади водосбора, в зависимости от модуля зонального среднего годового стока рек до значений 1 л/с с 1 км².

Формула (2) характеризует изменение редукиции в зависимости от величины стока средних рек. Уменьшение или увеличение редукиции наблюдается как при изменении стока по территории, так и в пределах одного водосбора в различные по водности годы. Меньшая редукиция годового стока по площади имеет место в более увлажненных районах с небольшим количеством бессточных площадей в бассейнах средних рек. В малоувлажненных районах редукиция увеличивается в результате значительного удельного веса недействующих площадей в бассейнах средних рек и сильно проявляющейся зависимости потерь стока на фильтрацию от длины пути, проходящего талыми водами [1, 2]. Очевидно, чем больше водоносность рек территории или чем больше водность года в пределах одного района, тем разница между стоком средних рек и малых водотоков будет меньше.

Полученная зависимость может быть использована для расчета стока малых рек и временных водотоков по карте стока средних рек в районах, где его величина не превышает 1 л/с с 1 км². Порядок определения стока малых водотоков следующий. По карте или зависимостям нормы стока от средней

высоты водосбора определяется для малого водотока величина стока $M_{F \geq 3000}$. Зная $M_{F \geq 3000}$, по формуле (2) вычисляется показатель степени редукции n . Переходный коэффициент K от стока средних рек с $F \geq 3000$ км² к его величине для малого водотока вычисляется по формуле (1). Средний годовой сток малого водотока M_F определяется как произведение модуля стока средних рек $M_{F \geq 3000}$ и переходного коэффициента K .

$$M_F = kM_{F \geq 3000}. \quad (5)$$

При выполнении этих расчетов необходимо уделять внимание и оценке влияния на сток азональных факторов [4, 6].

Подставим в соотношение (5) вместо K его значение (1). Затем, заменив величину 3000^n из выражения (3), получим:

$$M_F = \frac{1}{(F + 1)^n}. \quad (6)$$

Далее, заменив n его значением (2), получим следующую формулу

$$M_F = (F + 1)^{0,1249 \ln M_{F \geq 3000}}. \quad (7)$$

Эта формула отражает зависимость модуля среднего годового стока малых рек и временных водотоков M_F с $F < 3000$ км² и модуля зонального годового стока $M_{F \geq 3000}$. Она может быть использована для определения M_F в районах с $M_{F \geq 3000}$ меньше 1 л/с с 1 км² [4].

В табл. 2 для степных и полупустынных районов Казахстана приведены коэффициенты перехода от зональной нормы годового стока рек ($F \geq 3000$ км²) к значениям среднего годового стока малых водотоков.

Представленные в этой таблице переходные коэффициенты рассчитаны с помощью зависимостей (2) и (1) для значений зонального модуля среднего годового стока 0,05, 0,10, 0,20, 0,30, 0,40 и 0,50 л/с с 1 км². Они дают наглядное представление об их изменении в зависимости от модуля зонального среднего годового стока и площади водосборов рек и временных водотоков. Например, для площади водосбора 50 км² эти переходные коэффициенты изменяются от 1,42 при $M_{F \geq 3000} = 0,5$ л/с с 1 км² до 4,59 при $M_{F \geq 3000} = 0,05$ л/с с 1 км².

Таблица 2

Переходные коэффициенты K от зональной нормы годового стока с $F \geq 3000$ км² к стоку малых водотоков

$M_{F \geq 3000}$	Площадь, км ²							
	10	20	50	100	200	500	1000	3000
0,05	8,15	6,40	4,59	3,56	2,75	1,95	1,51	1,00
0,10	5,02	4,17	3,23	2,65	2,18	1,67	1,37	1,00
0,20	3,09	2,71	2,27	1,98	1,72	1,43	1,25	1,00
0,30	2,32	2,11	1,85	1,67	1,50	1,31	1,18	1,00
0,40	1,90	1,76	1,59	1,47	1,36	1,23	1,13	1,00
0,50	1,63	1,54	1,42	1,34	1,26	1,17	1,10	1,00

Положительные ($K > 1$) поправочные коэффициенты к значениям зонального стока для малых рек и временных водотоков с $F \leq 3000$ км² указывают на значительные потенциальные возможности использования местных ресурсов поверхностных вод засушливых регионов Казахстана, имеющим в средние по водности годы модуль зонального годового стока $M_{F \geq 3000} \leq 0,5 \dots 1,0$ л/с с 1 км².

Исследование редукации годового стока показывает, что в этих регионах путем увеличения количества прудов и прудокопаней на малых реках и временных водотоках, например, с площадью водосборов около 50 км² можно существенно увеличить объем используемых местных ресурсов поверхностных вод по сравнению с возможностями их использования путем строительства водохранилищ на реках с площадью водосборов более 3000 км². Такую возможность более эффективного использования ресурсов поверхностных вод подтверждают реальные условия формирования стока временных водотоков, расположенных на территории бывшей Северо-Казахстанской области. В ее пределах временные водотоки имеют площадь водосборов в среднем около 50 км². Значения площадей водосборов этих временных водотоков в условиях равнинной местности ограничиваются указанными размерами в связи с их впадением в расположенные на этой территории многочисленные бессточные озера.

Проведенная ГГИ количественная оценка реальных ресурсов местного стока этих водотоков в средний по водности год оказалась равной 529 млн. м³ [9]. В то же время ресурсы поверхностных вод местного зонального стока ($F \geq 3000$ м²) в пределах этой территории составляют всего около 150 млн. м³, т.е. более чем в три раза меньше. Таким образом природные условия этого региона позволяют наглядно оценить и подтвердить реальную

возможность эффективного использования малых рек и временных водотоков по сравнению с использованием средних рек с $F \geq 3000 \text{ км}^2$.

Следует отметить, что эффект использования ресурсов поверхностных вод путем водозабора из естественных (озера) или искусственных (пруды, прудокопани) водоемов существенно снижается за счет испарения с их поверхности. Поэтому в перспективе при использовании ресурсов поверхностных вод необходимо предусматривать меры по сокращению потерь воды на испарение. Одним из наиболее эффективных способов сокращения этих потерь является уменьшение испаряющей поверхности водоемов и создание подземных хранилищ пресной воды. Такие хранилища воды создавали и успешно использовали еще аборигены Южной Америки. Предлагаемые меры позволят существенно повысить эффективность использования ресурсов поверхностных вод засушливых регионов республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 546 с.
2. Голубцов В.В. К вопросу методики расчета нормы стока малых водотоков засушливой зоны // Труды КазНИГМИ. – 1963. – Вып. 18. – С. 29-34.
3. Лаврентьев П.Ф., Голубцов В.В. Ресурсы поверхностных вод Джезказганского промышленного района. Большой Джезказган. Водообеспечение, энергетика, строительство, транспорт, сельское хозяйство // Труды Объединенной научной сессии по проблемам развития производительных сил Джезказганского промышленного района. – Алматы: Изд-во «АН КазССР», 1963. – С. 45-49.
4. Лаврентьев П.Ф., Голубцов В.В. Методика расчета нормы годового стока рек и временных водотоков Центрального Казахстана // Труды КазНИГМИ. – 1967. – Вып. 26. – С. 128-144.
5. Методические рекомендации к составлению справочника по водным ресурсам СССР. – Валдай: ГГИ, 1961. – 108 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР / Под ред. Г.Л. Шимкевич. – Т. 13. Центральный и Южный Казахстан. – Вып. I. Карагандинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 482 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан / Под общей ред. М.С. Протасьева. – Т. 12. – Вып. III. Актюбинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 515 с.

8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан / Под ред. И.Б. Вольфцуна, К.И. Смирнова. – Т. 12. – Вып. II. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 512 с.
9. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель / Под общей ред. В.А. Урываева – Вып.V. Северо-Казахстанская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1960. – 419 с.

РГП «Казгидромет»

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚҰРҒАҚ ЗОНАСЫНДАҒЫ УАҚЫТША АҒЫН СУЛАРДЫ ЖӘНЕ КІШІ ӨЗЕНДЕРДЕГІ ЖЫЛДЫҚ АҒЫННЫҢ МӨЛШЕРІН АҢЫҚТАУ

Геоғр. ғылымд. канд В.В. Голубцов

Республиканың дала және шөлейт аудандарындағы уақытша ағын суларды және кіші өзендердегі жылдық ағынның мөлшерін есептеу тәсілі қарастырылып жатыр. Есептеу тәсілінің негізіне ауданы бойынша жылдық ағын мөлшерігің редуциялану дәрежесі көрсеткішінің су жинау алабы $F \geq 3000 \text{ км}^2$ болатын өзеннің ендіктік жылдық ағынына тәуелділігі жатады. Бұл тәсіл Солтүстік, Орта және Батыс Қазақстан, сондай-ақ Солтүстік Балхаш маңының ағын суларын және кіші өзендердегі жылдық ағынның мөлшерін есептеуге мүмкіндік береді.

УДК 556.13+235.211.3

ОЦЕНКА ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУКанд. геогр. наук Л.П. Мазур
Т.В. Маринович

Произведено научное обобщение результатов многолетних наблюдений и методов расчёта суммарного испарения, испаряемости, испарения с водной поверхности и других гидроклиматических показателей для условий Илейского Алатау. Даны рекомендации по уточнению некоторых расчётных формул. С применением имеющихся метеорологических данных, по 2000 год включительно, рассчитаны и приведены численные значения гидроклиматических параметров.

Постоянный рост водопотребления в горной и предгорной зонах Илейского Алатау, значительные изменения в политической и социальной сфере, развитие рыночной экономики ставят перед гидрологами Казахстана сложную проблему полного и точного учёта водных ресурсов, их рационального и комплексного использования. Её решение невозможно без оценки водного баланса и его отдельных элементов для водосборов, территорий и водных объектов. Исследование и расчет основных элементов водного баланса: стока, суммарного испарения, испарения с водной поверхности и других, всегда были и остаются весьма актуальными.

Оценка суммарного испарения с водосборов горных рек представляет одну из наиболее важных и вместе с тем трудных задач воднобалансовых исследований. Состояние изученности суммарного испарения крайне неудовлетворительно вообще, а для горных районов - в особенности. В настоящее время сетевые наблюдения за суммарным испарением в Илейском Алатау отсутствуют. Имеющиеся данные за прошлые годы – это преимущественно результаты измерений суммарного испарения и транспирации травяной растительности с помощью испарителей ГГИ-500. Пункты наблюдений размещались с учётом высоты местности, экспозиции склонов, а также их крутизны. Отметим, что на территории северного склона Илейского Алатау было всего два пункта наблюдений за суммарным испарением сети Казгидромета, остальные – это пункты различных

научных организаций. Периоды их действия, как правило, не совпадали ни по хронологии, ни по продолжительности.

В результате анализа фактических данных наблюдений подтверждено, что суммарное испарение зависит от следующих факторов:

1) метеорологических, из которых самыми главными являются - температура и дефицит влажности воздуха. Связи измеренных величин испарения по метеостанции (М) Верхний Горельник ($H = 2270$ м абс.) с температурой и дефицитом влажности воздуха характеризуются коэффициентом корреляции, равными 0,72 и 0,81 соответственно. Атмосферные осадки не являются главным фактором для расчета испарения, т.к. северный склон Илейского Алатау достаточно увлажнён. Годовая сумма осадков, измеренных на М Мынжилкы ($H = 3017$ м абс.), за многолетний период (1937...2004 гг.) в среднем составляет 848 мм. Годовой слой осадков изменяется здесь от 516 мм (1943 г.) до 1211 мм (2004 г.). За период апрель – октябрь в среднем выпадает 697 мм осадков. Атмосферные осадки при расчёте суммарного испарения необходимо учитывать только для низкогорной и предгорной зон, где недостаточное увлажнение;

2) высоты местности, с увеличением высоты испарение на склоне одноимённой экспозиции уменьшается;

3) экспозиции склонов.

Анализ изменения суммарного испарения по высотным зонам, экспозициям и во времени на основе фактических данных производился по совмещённым графикам колебаний испарения на склонах одних и тех же экспозиций в различных высотных зонах, а также на одних и тех же высотах, но на склонах различных экспозиций.

Исследования показали, что испарение на склоне южной экспозиции всегда выше, чем на склонах других экспозиций, а на склоне западной экспозиции суммарное испарение значительно выше, чем на восточной, так как склоны западной экспозиции получают больше тепла (рис. 1).

Анализ изменения суммарного испарения во времени по всем имеющимся данным показал, что максимальное испарение на склонах различных экспозиций наблюдается в июле – августе, а минимальное – в апреле, сентябре и октябре. Время наступления максимальных значений суммарного испарения в различных высотных зонах обычно не совпадает и может сдвигаться на месяц или два в зависимости от высоты местности.

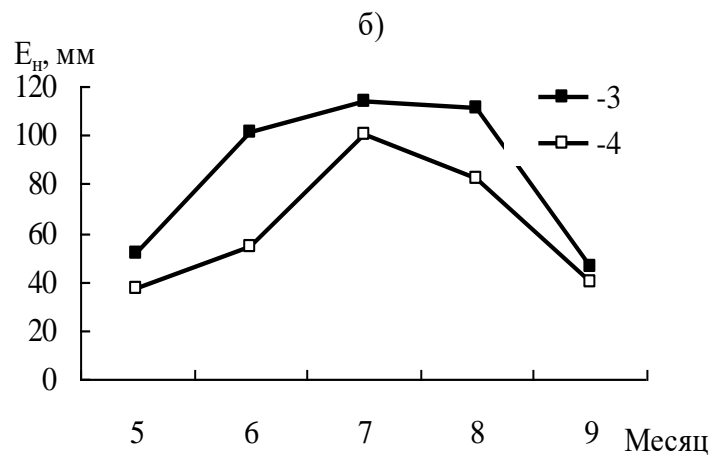
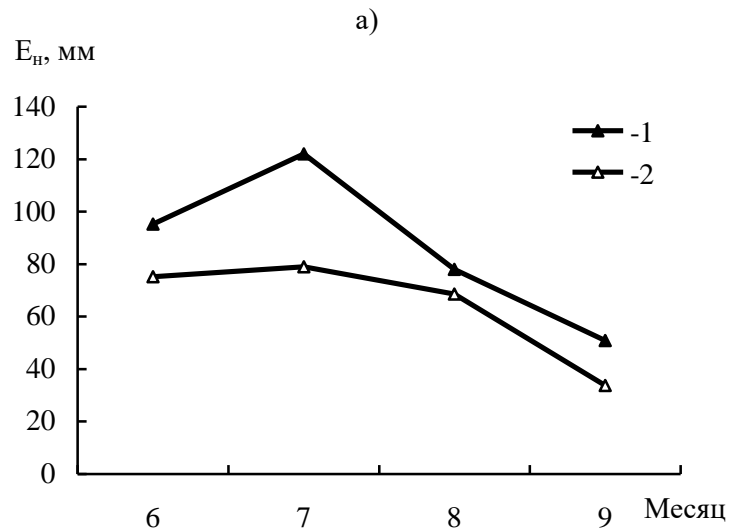


Рис. 1. Хронологический ход суммарного испарения на склонах различных экспозиций. а) Верхний Горельник, $H = 2270$ м абс. (1965 г.), б) Алматы АГРО, $H = 1350$ м абс. (1969 г.), 1 – южная экспозиция, 2 – северная экспозиция, 3 – западная экспозиция, 4 – восточная экспозиция.

Для более глубокого анализа пространственно-временного изменения суммарного испарения в горах Илейского Алатау материалов наблюдений недостаточно. Однако они позволили выявить ряд закономерностей, которые в разной степени были использованы при создании методов расчёта суммарного испарения в горных условиях рассматриваемого района [4, 8, 9, 11, 12, 20 и др.].

Расчётные значения суммарного испарения за тёплый период в горных районах Илейского Алатау получены в данной работе по формуле А.Ф. Литовченко – Л.П. Мазур [11-13]:

$$E = 0,074 \cdot H^{0,71} \cdot \sqrt[3]{d} \cdot 1,08^t \cdot K, \quad (1)$$

где E – месячная величина суммарного испарения, мм; t и d – средние месячные значения температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и дефицита влажности воздуха (в мм) на склоне расчётной экспозиции; H – высота местности, для которой производится расчёт испарения, м; K – суммарный коэффициент, учитывающий среднюю продолжительность дня данного месяца и высоту стояния Солнца над горизонтом, косвенно характеризует биологическое развитие растительности.

Преимущество формулы (1) заключается в том, что она наиболее проста, учитывает все факторы в явном виде и даёт приемлемые для практики результаты. Сравнение рассчитанных величин по формуле (1) с наблюдаемыми данными показало, что погрешности вычисления месячных величин суммарного испарения за конкретные годы в среднем для Илейского Алатау не превышают «плюс», «минус» 19 % (ошибка находится в допустимых пределах). Для сезонных значений ошибка расчёта уменьшается в 1,5...2 раза.

Для М Верхний Горельник, Мынжилкы и Усть-Горельник по формуле (1) было вычислено суммарное испарение за многолетний период. Его норма по метеостанциям за тёплый период приведена в табл. 1. Подробно, с примерами расчётов, методика А.Ф. Литовченко – Л.П. Мазур изложена в [12].

Таблица 1

Норма суммарного испарения по месяцам за тёплый период на северном склоне Илейского Алатау

Метеостанция	Н, м	Экспозиция	Период среднения, годы	Месяц						
				4	5	6	7	8	9	10
Усть-Горельник	1943	в долине	1960...1997	23,4	42,5	74,1	92,9	75,4	40,6	16,6
Верхний Горельник	2273	южная	1960...1994	26,5	46,3	76,6	93,9	76,6	41,5	18,3
Мынжилкы	3017	восточная	1960...2000	20,5	32,9	51,6	63,8	52,0	32,8	14,0

Для предгорно-равнинной зоны Илейского Алатау расчёты суммарного испарения за месячные интервалы можно производить по формуле Л.П. Мазур – В.А. Бабкина [14]:

$$E = \sqrt{d} \cdot (8,74 \lg t + 0,38x - 5,48), \quad (2)$$

где E – месячная величина суммарного испарения, мм; d – среднемесячный дефицит влажности воздуха, мм; t – среднемесячная температура воздуха, °С; x – месячная сумма осадков, мм.

Для тех месяцев, которым предшествовал месяц со слоем осадков менее 5 мм и в которых сумма осадков менее 3 мм, величину суммарного испарения согласно методике [14] принимают равной 10 мм. Средняя ошибка расчётов по формуле (2) – «плюс», «минус» 19...22 %.

Расчёт испарения со снега представляет также большой интерес при гидрологических расчётах и составлении прогнозов. Испарение с поверхности снега в Илейском Алатау измерялось в основном с помощью малых весовых испарителей площадью 200 см², глубиной 8 и 12 см [20].

Испарение с поверхности снега, из-за обилия влияющих на него факторов, трудно измеримо и слабо освещено наблюдениями. Нам удалось использовать лишь данные фактических наблюдений по М Верхний Горельник на склонах северной и южной экспозиции, полученные под руководством И.С. Соседова [20].

Проверка ряда формул для расчёта испарения с поверхности снега [10, 19 и др.] показала, что они дают большие погрешности, особенно для склонов северной экспозиции, где разница в 1...3 мм уже составляет большой процент, так как оно имеет для этих склонов небольшие значения. По этой же причине результаты самих наблюдений, очевидно, также содержат существенные погрешности.

В результате уточнений формулы А.Ф. Литовченко – Л.П. Мазур, приведённой в [12], для расчётов испарения с поверхности снежного покрова предлагается формула, которая имеет вид:

$$E = B \cdot H^{0,71} \cdot \sqrt[3]{d} \cdot 1,08^t, \quad (3)$$

где E – месячная величина испарения, мм; B – коэффициент, учитывающий экспозиционные особенности. Для склонов северной экспозиции он равен 0,040, а для южной – 0,065.

Среднее отклонение расчётных величин испарения по формуле (3) от фактических составляет для склона южной экспозиции «плюс», «минус» 11 %, а для склона северной экспозиции «плюс», «минус» 15...20 %, т.е. результаты более точны, чем полученные по другим проверяемым формулам. В результате проведённых расчетов можно сделать вывод, что данных фактических наблюдений за испарением в холодный период крайне недостаточно. Необходимо организовывать дополнительные исследования, чтобы можно было проверить формулы для расчёта испарения

в холодный период на различных высотах и экспозициях, уточнить их или вывести новые.

Для М Верхний Горельник по формуле (3) было рассчитано испарение с поверхности снега и его норма (табл. 2).

Таблица 2

Норма испарения со снежного покрова по М Верхний Горельник

Метеостанция	Н, м	Экспозиция	Период осреднения	Месяц	Е, мм
Верхний Горельник 2273		южная	1960...1994	январь	11,3
				февраль	11,7
				март	16,6
				ноябрь	20,1
				декабрь	14,6

Испарение с водной поверхности – один из важных составляющих водного баланса водоёмов. Расчёт испарения с водной поверхности в горных условиях Илейского Алатау производился на примере озера Улькен Алматы ($H = 2516$ м абс.). За период 1969...1986 гг. имеются данные наблюдений за испарением с водной поверхности по наземному испарителю ГГИ-3000, за 1969...1996 гг. – на плавучей испарительной площадке, расположенной в наиболее глубоководной его части.

Для выбора расчётной зависимости было проверено несколько формул, рекомендуемых для расчёта испарения с водной поверхности. Это формулы А.П. Браславского и С.Н. Нургалиева [2], ГГИ [21], В.А. Рымши – Р.В. Донченко [18], а также другие формулы, предложенные для расчёта испарения и испаряемости в диапазоне высот от 300 до 3300 м над уровнем моря [17].

Наиболее точно процесс испарения с водной поверхности озера Улькен Алматы в естественных условиях описан уравнением, которое имеет вид [17]:

$$E_s = (0,022 \cdot H + 0,128) \cdot (e_o - e_{200}) \cdot (1 + 0,72 \cdot W_{200}) \cdot n, \quad (4)$$

где E_s – испарение, мм; H – абсолютная высота водоёма, км; n – число суток в периоде, за который рассчитывается слой испарившейся воды; e_o – насыщенная упругость водяного пара по температуре поверхности воды, мб; e_{200} – упругость водяного пара на высоте 200 см, мб; W_{200} – скорость ветра на высоте 200 см, м/с.

В отличие от ряда других, формула (4) учитывает влияние на интенсивность испарения атмосферного давления, которое определяется высотой местности. Средняя ошибка расчёта испарения по этой формуле для

наземного испарителя с применением данных береговой метеостанции составила «плюс», «минус» 11 %. При использовании метеорологических данных над водной поверхностью озера расчётные величины испарения, по формуле (4), меньше фактических в основном на 15 %. Поэтому в их значения был введён поправочный коэффициент 1,15, который для других водоемов, возможно, имеет несколько другие значения (рис. 2).

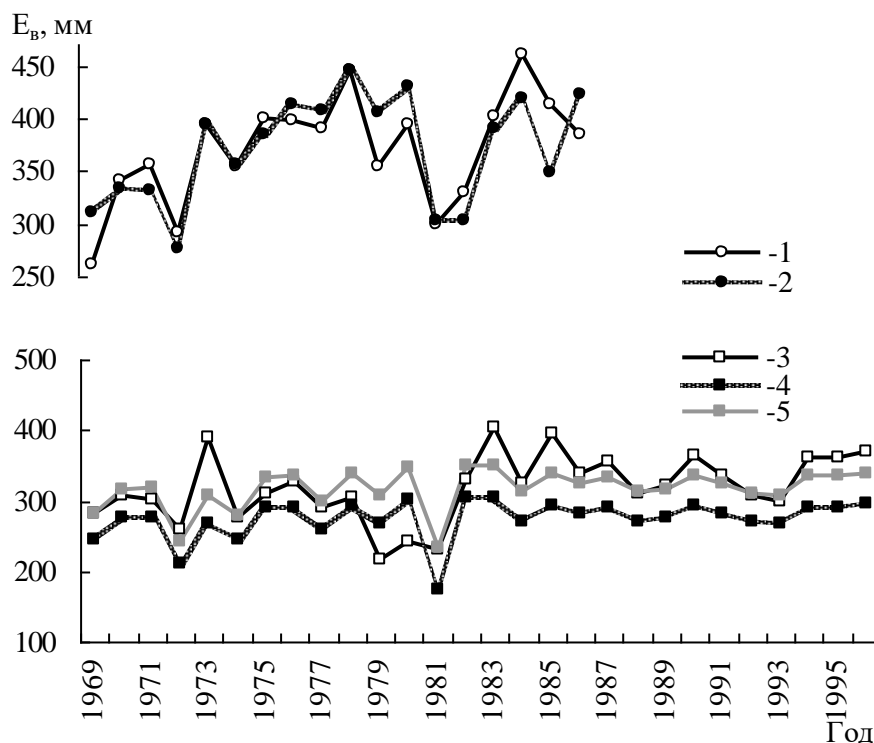


Рис. 2. Слой измеренного и рассчитанного испарения с водной поверхности озера Улькен Алматы за тёплый период (июнь-сентябрь). 1 – по наземному испарителю; 2 – вычисленное по данным береговой метеостанции; 3 – по плавучей испарительной площадке; 4 – вычисленное по метеорологическим данным над водной поверхностью; 5 – вычисленное по метеорологическим данным над водной поверхностью с поправочным коэффициентом.

Как видно на рис. 2, наземный испаритель ГГИ-3000, расположенный на М Озеро Улькен Алматы, завышает испарение. Источники погрешности объясняются тем, что у металла другие тепловые свойства, чем у берегов водоёма и что в результате волн и течений в водоёме происходит водообмен между соседними участками.

Для расчёта испарения с водной поверхности за многолетний период (по 2000 г. включительно) использованы метеорологические данные по М Озеро Улькен Алматы. В полученные результаты вводили понижающий коэффициент, вычисленный в среднем для каждого месяца с учётом расхождений измеренного испарения по испарителю ГГИ-3000, установленному на берегу и плавучей испарительной площадке за период параллельных наблюдений. В среднем наземный испаритель ГГИ-3000 завывает испарение на 25 % (табл. 3).

Таблица 3

Испарение с водной поверхности озера Улькен Алматы в среднем по данным наблюдений (1969...1996 гг.) и вычисленное за многолетний период (1969...2000 гг.)

Испарение, мм	Месяц				Сумма
	июнь	июль	август	сентябрь	
Наблюденное	69,7	82,4	81,9	73,0	307
Вычисленное	73,9	83,7	86,4	74,0	318

Испарение с водной поверхности часто принимают за испаряемость. А.Р. Константиновым [7] и др. установлено, что понятию максимально возможного испарения в большей степени соответствует испарение с оптимально увлажнённого луга при неограниченных влаготопках. В Илейском Алатау испаряемость измерялась с помощью комплексных испарометров-лизиметров с испаряющей площадью 500 см и высотой 70 см, в которые помещались почвенные монолиты. Уровень воды в них поддерживался на глубине 48...50 см [8].

Определять испаряемость экспериментально достаточно сложно, поэтому её часто приходится находить по эмпирическим формулам. В данной работе для расчёта испаряемости в горных районах была использована формула А.Ф. Литовченко – Л.П. Мазур [9]:

$$E_{o(мес)} = \frac{a \cdot 1,07^t}{0,001 \cdot P}, \quad (5)$$

где a – параметр, зависящий от экспозиции склона; t – средняя месячная температура воздуха на склоне расчётной экспозиции, °С; P – атмосферное давление, мб. Результаты расчёта приведены в табл. 4.

По высотным зонам и экспозициям склонов испаряемость изменяется так же, как испарение с водной поверхности. Если сравнить нормы испарения с водной поверхности озера Улькен Алматы и испаряемости,

рассчитанные на той же высоте и экспозиции склона, то увидим что, максимально возможное испарение больше испарения с водной поверхности. На это обстоятельство указано также в работах [7, 16 и др.]. По мнению ряда учёных [1, 7, 16 и др.], испаряемость можно считать комплексной характеристикой климатических условий природных зон, так как она определяется главным образом тремя основными факторами: дефицитом влажности воздуха, тепловым балансом поверхности и интенсивностью турбулентного влагообмена. Подробный анализ испаряемости в условиях РК приводится в работах [3, 6] и некоторых других.

Таблица 4

Среднемноголетняя месячная и за тёплый период величина испаряемости, мм

Высота, м	Экспозиция	Месяц							За тёплый период
		4	5	6	7	8	9	10	
3017	С	29,5	38,4	49,0	57,7	55,7	43,6	30,9	305
	Ю	63,4	83,9	109	130	125	96,1	66,4	674
	В	46,3	60,0	76,6	90,1	87,0	68,1	48,3	476
	З	52,4	68,8	88,6	105	101	78,4	54,8	549
2516	С	34,3	45,5	59,3	69,7	66,4	50,9	36,0	362
	Ю	74,6	101	134	160	152	114	78,7	814
	В	53,6	71,1	92,6	109	104	79,5	56,3	566
	З	61,2	82,1	108	128	122	92,4	64,5	659
1943	С	36,4	49,4	64,5	76,7	71,6	54,1	37,7	390
	Ю	80,0	111	148	178	165	122	83,1	887
	В	56,9	77,1	101	120	112	84,5	59,0	610
	З	65,4	89,7	118	142	132	98,6	67,8	714
1317	С	48,0	66,4	91,9	108	101	72,9	47,1	536
	Ю	108	153	217	259	240	169	106	1251
	В	75,0	104	144	169	158	114	73,5	837
	З	87,4	123	172	204	189	135	85,6	996
1273	С	48,8	68,4	91,3	110	105	74,0	44,8	542
	Ю	110	158	216	264	250	172	101	1271
	В	76,2	107	143	172	164	116	70,1	847
	З	88,9	127	171	208	197	137	81,5	1010
1098	С	48,1	67,5	92,0	110	101	71,7	44,3	535
	Ю	109	157	218	265	241	167	99,5	1255
	В	75,2	106	144	172	158	112	69,1	836
	З	87,8	125	172	208	190	133	80,5	997

Одной из главных проблем современности является необходимость совмещения растущих потребностей в водных ресурсах с сохранением природно-экологических условий территории. Это касается, прежде всего, бассейна озера Балкаш, в территорию которого входит Илейский Алатау. Одной из важных задач решения проблемы является оценка состояния ландшафтов в условиях глобального изменения климата. С этой целью были рассмотрены комплексные гидроклиматические условия территории, которые можно характеризовать рядом параметров. Прежде всего, это коэффициент увлажнения (K), показатель биологической эффективности климата (TK) и гидротермический коэффициент Селянинова ($ГТК$). Их значения приведены в табл. 5.

Таблица 5

Коэффициенты, характеризующие ландшафтно-климатические условия Илейского Алатау, вычисленные с использованием данных метеорологических наблюдений по 2000 г. включительно

Метеостанция	Высота, м	E_0 , мм	$X_{год}$, мм	$X_{гп}$, мм	$\frac{\sum T_{\geq 10^{\circ}C}}{100}$	K	TK	$ГТК$
Мынжилкы	3017	476	881	722	0	1,8 5	0	0
Озеро Улькен Алматы	2516	566	821	641	9,74	1,4 5	14,1	6,58
Ассы	2216	604	427	370	9,95	0,7 1	7,03	3,72
Усть-Горельник	1943	714	900	692	18,3	1,2 6	23,0	3,79
Кеген	1845	720	397	335	18,9	0,5 5	10,4	1,78
Нарынкол	1806	774	395	319	20,6	0,5 1	10,5	1,55
Жаланаш	1699	827	525	415	22,3	0,6 3	14,1	1,86
Алматы (Кам. плато)	1317	996	871	594	32,4	0,8 7	28,3	1,83
Кыргызсай	1273	1010	398	288	33,4	0,3 9	13,2	0,86
Есик	1098	997	674	428	34,2	0,6 8	23,1	1,25
Алматы ОГМС	847	1043	626	405	36,8	0,6 0	22,1	1,10
Узынагаш	814	998	457	300	34,6	0,4	15,8	0,87

Аксенгир	643	1024	355	229	35,9	0,3 5	12,4	0,64
Шелек	606	1084	252	151	38,9	0,2 3	9,04	0,39
Капшагай	496	1098	267	175	39,6	0,2 4	9,63	0,44
Карашоқы	492	1135	225	152	41,5	0,2 0	8,22	0,37
Баканас	396	1083	192	117	38,8	0,1 8	6,89	0,30
Аул №4	362	1053	138	82	37,4	0,1 3	4,90	0,22
Куйган	344	1045	139	76	36,9	0,1 3	4,91	0,21

Примечание: $\sum T_{cp.cym.\geq 10^{\circ}C}$ – сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С, в сотнях градусов; K – по формуле (6).

Коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова (K) находился по формуле:

$$K = \frac{X_{\text{год}}}{E_{0\text{год}}}, \quad (6)$$

где $X_{\text{год}}$ – годовая сумма осадков; мм; $E_{0\text{год}}$ – среднемноголетняя годовая сумма испаряемости, которая для горных районов рассчитана по формуле (5), а для равнинной территории - по формуле В.С. Мезенцева [16]:

$$E_o = 306 + 0,20 \cdot \sum T_{\geq 10^{\circ}C}, \text{ мм} \quad (7)$$

где $\sum T_{\geq 10^{\circ}C}$ – сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С.

Показатель биологической эффективности климата:

$$TK = \sum T_{cp.cym.\geq 10^{\circ}C} \cdot K, \quad (8)$$

Гидроклиматический коэффициент Селянинова ($ГТК$) вычислялся по формуле:

$$ГТК = \frac{10 \cdot X_{m.n}}{\sum T_{\geq 10^{\circ}}}, \quad (9)$$

где $X_{m.n}$ – атмосферные осадки теплого периода, мм.

Коэффициент увлажнения K характеризует соотношение тепла и влаги. Значение $K = 1$ свидетельствует о равенстве тепла и влаги, поступающей на данный участок суши. В случае отсутствия этого равенства

наблюдается дисбаланс между теплом и влагой – дефицит или избыток влаги, который обуславливает формирование водных ресурсов.

Анализ полученных значений K , TK и $ГТК$ свидетельствует о наличии климатического рубежа на высотах 1300...1500 м. Выше этой границы расположены области избыточного увлажнения, т.е. осадки превышают теоретически возможное испарение, а ниже, наоборот, отмечается превышение испаряемости над осадками и дефицит влаги.

В сравнение с предшествующими данными [3, 5, 15] отмечается сдвигка климатического рубежа и областей с избыточным и недостаточным увлажнением примерно на 200 м по высоте местности.

В результате выполненных исследований был проверен ряд формул расчёта гидроклиматических характеристик, рекомендованных для горных и предгорных районов, предприняты попытки усовершенствования этих методов, определены нормы суммарного испарения, испарения с поверхности снега, с водной поверхности, испаряемости на разных высотах и экспозициях, а также коэффициенты, характеризующие ландшафтно-климатические условия северного склона Илейского Алатау. Полученные результаты могут быть использованы при гидрологических, водохозяйственных расчётах и решении вопросов рационального использования и оценки экологического состояния водных ресурсов на рассматриваемой территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабкин В.И., Вуглинский В.С. Водный баланс речных бассейнов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 192 с.
2. Браславский А.П., Нургалиев С.Н. Новая формула для расчёта испарения с учётом разности температуры воздуха и воды // Проблемы энергетики и водного хозяйства. – 1966. – Вып. 4. – С. 195-206.
3. Вилесов Е.Н., Сергеева Ю.Ю. Оценка величин испаряемости и некоторых гидроклиматических параметров в условиях природных зон равнинного Казахстана // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы: «КазНИИМОСК», «Казгидромет», Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РК. – С. 1945-1949.
4. Голубцов В.В., Ли В.И. Схема расчёта динамики баланса влаги зоны активного влагообмена горных бассейнов// Труды КазНИГМИ. – 1973. Вып. 50. – С. 58-72.
5. Джаналиева К.М., Мазур Л.П. Методические основы регионального ландшафтно-экологического прогнозирования в системе глобальных изменений климата для условий Казахстана (на примере бассейна

- р. Или) // Современные проблемы геоэкологии и созологии. Доклады к международной научно-практической конференции 22-23 апреля 2001 г. – Алматы: Изд-во «Шартарап», 2001. – С. 86-90.
6. Казахстан: Природные условия и естественные ресурсы СССР. – М.: Наука, 1969. – 446 с.
 7. Константинов А.Р. Испарение в природе. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 532 с.
 8. Литовченко А.Ф. Экспериментальное изучение элементов водного баланса горных водосборов. – Киев: Изд-во «Вища школа», 1986. – 186 с.
 9. Литовченко А.Ф., Мазур Л.П. Методика расчёта испарения с горных склонов // Труды КазНИГМИ. – 1977. – Вып. 58. – С. 46-50.
 10. Литовченко А. Ф. Расчёт испарения с горных водосборов // Вопросы гидрологии горных районов. – Алма-Ата, 1971. – С. 144-156.
 11. Мазур Л.П. О структуре водного баланса горных водосборов северного склона Заилийского Алатау // Проблемы географии Казахстана. – Алма-Ата: КазГУ, 1978. – С. 160-167.
 12. Мазур Л.П., Абдрахимов Р.Г., Сарсенбаев М.Х. Выполнение лабораторных работ по курсу «Гидрофизика» (учебное пособие). – Алматы: Изд-во «КазГУ», 1995. – 30 с.
 13. Мазур Л.П. Анализ и расчёт элементов водного баланса горных водосборов // Автореф. канд. дисс. – Л., 1989. – 19 с.
 14. Мазур Л.П., Бабкин В.А. Методика расчёта суммарного испарения в условиях предгорно-равнинной зоны Или-Балхашского бассейна // Вопросы гидрологии орошаемых земель Казахстана. – Алма-Ата, 1986. – С. 103-108.
 15. Мазур Л.П., Сальников В.Г., Сергеева Ю.Ю. Методика расчёта водного баланса горных водосборов с применением метеорологических данных // Материалы научно-практической конференции «Теоретические и прикладные проблемы на рубеже столетий». – Алматы: Изд-во «Ар-КАС», 2004. – С. 99-102.
 16. Мезенцев В.С. Расчёты водного баланса. – Омск: ОСХИ, 1976. – 76 с.
 17. Мочалов В.П., Лаптев В.И. К вопросу о расчёте испарения с водной поверхности в горных условиях // Вопросы гидрологии горных районов. – Алма-Ата, 1971. – С. 158-171.
 18. Рымша В.А., Донченко Р.В. Исследование теплопотерь с открытой водной поверхности в зимнее время // Труды ГГИ. – 1958. – Вып. 65. – С. 54-84.
 19. Семёнов В.А. Особенности методики и возможности расчёта водного баланса в бассейнах горных рек засушливой зоны // Труды КазНИГМИ. – 1973. – Вып. 50. – С. 20-48.
 20. Соседов И.С. Методика территориальных воднобалансовых обобщений в горах. – Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1976. – 152 с.
 21. Указания по расчёту испарения с поверхности водоёмов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 83 с.

**ІЛЕ АЛАТАУ ГИДРОКЛИМАТТЫҢ КӨРСЕТКІЛЕТЕРДІҢ ТАУЛЫ
АУДАНДАРДА БАҒАЛАУ**

Геогр. ғылым. канд. Л.П. Мазур
Т.В. Маринович

Іле Алатау жағдайы үшін жиынтық буланудың, буланушылықтың, су бетінен буланудың және басқа да гидроклиматтың көрсеткіштерінің көпжылдық бақылауы мен есептеу әдістерінің жалпы ғылыми нәтижелері, келтірілген. Кейбір есептік формулаларды нақтылау бойынша ұсыныстар берілген. 2000 жылға дейінгі метеорологиялық мәліметтерді пайдалана отырып гидроклиматтық параметрлердің сандық мәндері есептеліп, келтірілген.

УДК 551.524.34(574)

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА
СТОК ОСНОВНЫХ РЕК ИШИМСКОГО
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА**

Б.Б. Айтымова

А.Т. Калибаева

Рассмотрено влияние агротехнических мероприятий на сток основных рек Ишимского водохозяйственного бассейна. Освоение целинных и залежных земель в середине 50-х годов прошлого века оказало значительное влияние на водный баланс речных бассейнов и привело к неоднородности рядов наблюдений за стоком. Определены поправки к значениям наблюдений за стоком рек Есиль, Жабай и Калкутан до 1954 г. и которые позволяют устранить неоднородность рядов годового стока.

Ишимский водохозяйственный бассейн (ВХБ) расположен в центральной части Северного Казахстана. Главной водной артерией бассейна является р. Есиль с рядом крупных правых притоков, стекающих со склонов Кокшетауской возвышенности (р. Калкутан, р. Жабай), а на юге – с отрогов гор Улытау (р. Терсаккан). Эта река является левобережным притоком р. Ертыс и впадает в нее на территории Российской Федерации. Есиль относится к типу рек с ярко выраженным весенним половодьем. Основным источником питания являются талые воды, образующиеся от снеготаяния в ее бассейне [2]. Сток реки зарегулирован Вячеславским и Сергеевским водохранилищами, предназначенными для водоснабжения городов Астана, Петропавловск и других населенных пунктов Центрального и Северного Казахстана.

Бассейн р. Есиль занимает в Акмолинской области центральное положение как по размеру площади и длине речной сети, так и по своему хозяйственному значению. Здесь построен ряд водохранилищ для сезонного регулирования пойменных лугов и орошения полей огородных и технических культур [3].

Река Калкутан берет начало на плоской распаханной равнине в 1 км к северо-западу от с. Новорыбинка, в верховьях протекает через оз. Шортанкуль; впадает в р. Есиль справа двумя рукавами. Главный, ле-

вый, рукав впадает на 1971-м км от устья; правый, представляющий собой сильно извилистую протоку, по которой сток осуществляется только весной, впадает на 17 км ниже левого. Длина реки – 223 км, площадь водосбора – 17400 км². Общее падение реки – 82,8 м, средний уклон – 0,37 ‰. Воды реки используются для водоснабжения населенных пунктов и водопоя скота, а с 1951 г. – для орошения пойменных лугов. В 1951 г. в целях лиманного орошения на реке были построены две плотины [3].

Река Жабай берет начало из родников на южном склоне Кокшетауской возвышенности, в р. Есиль впадает справа на 1869 км. Длина реки 196 км, площадь водосбора в 800 км². Общее падение реки 233 м, средний уклон 1,2 ‰. Вода реки используется для водоснабжения и сельскохозяйственных полей [3].

Освоение целинных и залежных земель на обширных территориях засушливых районов не могло не оказать влияния на гидрологический режим рек и временных водотоков. Большие изменения на поверхности водосборов рассматриваемых бассейнов рек в связи с интенсивной распашкой и сельскохозяйственным освоением обширных пространств целинных и залежных земель должны были соответственно привести к изменению стока рек, необходимо было определить влияние этих мероприятий на сток существенным.

Ишимский водохозяйственный бассейн располагает большими земельными ресурсами, пригодными для земледелия. Начало их интенсивного использования связано с освоением целинных и залежных земель в Северном и Центральном Казахстане в середине 50-х годов прошлого века. В это время распашка земель резко возросла. Продолжалась она и в 1956...1964 гг., но значительно медленнее, чем в начале рассматриваемого периода. Затем наступил период ее относительной стабилизации, характеризующийся сравнительно небольшими изменениями площади пашни. Начиная с 90-х годов прошлого века площадь пашни несколько сократилась, что было обусловлено в основном временным выбыванием части земель из севооборота.

На рис.1 приведены графики изменения во времени доли распаханых земель в бассейнах рек Есиль – г. Астана, Жабай – с. Атбасар и Калкутан – с. Калкутан. Эти графики подтверждают динамику изменения сельскохозяйственного землепользования во второй половине прошлого века.

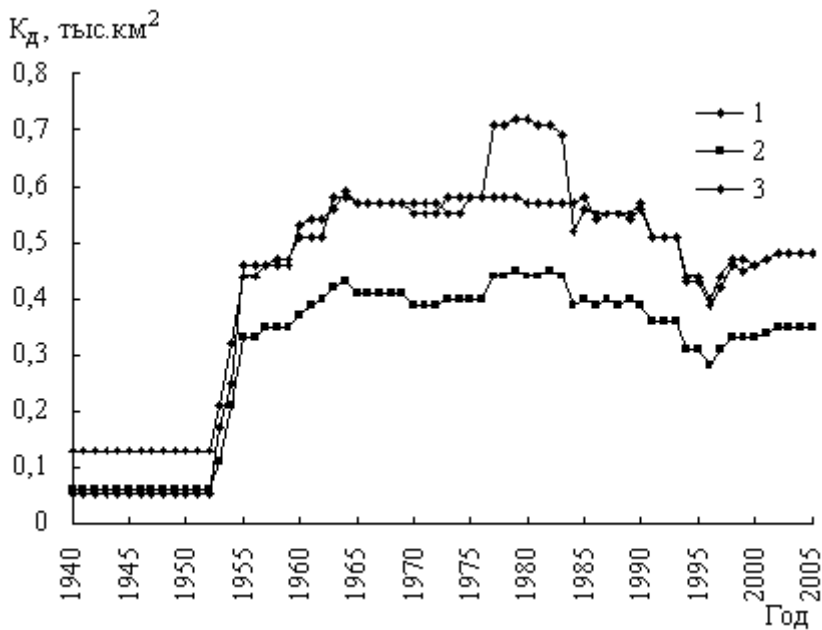


Рис. 1. Изменение во времени доли распаханых земель: 1 – бассейн р. Есиль до г. Астана; 2 – бассейн р. Жабай до г. Атбасар; 3 – бассейн р. Калкутан до с. Калкутан.

Такое масштабное агротехническое мероприятие как освоение целинных и залежных земель не могло не отразиться в определенной степени на величину весеннего и годового стока рек данного бассейна. Исследования, проводимые ГГИ в 1956 г. для решения данной проблемы, показали, что возможное уменьшение нормы стока полностью распаханых очень малых водосборов площадью менее 10 км², средних водосборов с площадью около 50 км² и более крупных бассейнов рек более 3000 км², в зависимости от водности района, в среднем соответственно составит: от 15 до 50 %; от 15 до 25 %, от 10 до 20 % и менее 10 %. На водосборах, сложенных в основном рыхлыми (супесь, песок, щебень) почвогрунтами, оно будет больше, а сложенных глинистыми почвогрунтами – меньше указанных величин. При уменьшении поверхностного стока роль пахоты на пологих водосборах (со средним уклонами менее 5...6 ‰) будет проявляться сильнее, а на крутых (уклоны свыше 15 ‰) – слабее. В очень многоводные и маловодные годы сток рек и временных водотоков под влиянием распашки их водосборов практически не изменится.

Комплексное использование водных ресурсов при той интенсификации развития производительных сил имело место в начале второй поло-

вины 20 столетия и требовало постоянного совершенствования существующих методов расчета и прогноза изменений стока рек под влиянием хозяйственной деятельности. Поэтому позже ГГИ были разработаны «Методические рекомендации по оценке и учету влияния агролесомелиоративных мероприятий на годовой сток в гидрологических расчетах» [1]. Рекомендациями предусматривается два способа оценки влияния агролесомелиоративных мероприятий на сток. Первый, основной способ, позволяет оценить это влияние на суммарный сток и дифференцированно на его поверхностную и подземную составляющие как для отдельных склонов, логов, балок, временных водотоков, так и для рек с постоянным стоком воды. Второй, косвенный способ, позволяет оценить достоверность результатов, полученных первым способом; он основан на методике учета изменений испарения на водосборе в связи с проведением агролесомелиоративных мероприятий. Оценка влияния считается достоверной, если разница результатов расчета упомянутыми способами не превышает 20...25 %. Данные способы основаны на методах анализа водного баланса. Балансовые методы более универсальны, они позволяют наиболее достоверно оценить изменения стока, произошедшие в прошлом, настоящем и ожидаемые в будущем [1].

Позднее, при дальнейших методических разработках в данном направлении на основе дополнительного накопления необходимой информации по водному балансу, производились уточнения разработанных ранее рекомендаций. В 1986 г. ГГИ выпустил «Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования», где подробно излагаются основные методы оценки и учета влияния всего комплекса хозяйственных мероприятий на речной сток.

Увеличение площади распаханых земель в пределах речных водосборов привело, начиная с 1954 г., к некоторому изменению весеннего и годового стока в сторону его уменьшения. В результате ряды наблюдений за стоком стали неоднородными. До 1954 г. на величину речного стока практически не оказывала влияния площадь распаханых земель в связи с ее незначительностью. Начиная с 1954 г., увеличивающаяся площадь распаханых земель уже оказывает довольно заметное влияние на речной сток. С целью устранения возникшей неоднородности появилась необходимость введения поправок в значения стока за периоды наблюдений до 1954 г. В пределах Ишимского водохозяйственного бассейна в первую

очередь поправки необходимо внести в ряды наблюдений за стоком р. Есиль – г. Астана (1933...1953 гг.), р. Жабай – г. Атбасар (1947...1953 гг.) и р. Калкутан – с. Калкутан (1947...1953 гг.).

Руководствуясь Методическими рекомендациями [2], был произведен расчет оценки влияния агротехнических мероприятий на годовой сток основных рек Ишимского ВХБ (р. Есиль у г. Астана, р. Жабай у г. Атбасар, р. Калкутан у с. Калкутан).

Изменение стока под влиянием агротехнических мероприятий для степной зоны Северного Казахстана определяется по формуле:

$$Y = \sum_{i=1}^n \left[0,003 \bar{X} H^{0,71} \left(\frac{1,42}{(H+1)^{0,45}} - 0,02 \right) K_{w(p)} K'_w K''_w f_H \right] K_{xw} - \sum_{i=1}^n \left[\frac{0,06 (\bar{S} + \bar{x}) I^{0,44}}{(I+1)^{0,23}} K_{y(p)} K'_y K''_y f_H \right] K_{xy}$$

где $\sum_{i=1}^n$ – суммарное изменение стока на «n» участках с преобразованным стоком на водосборе с учетом различия в почвогрунтах, уклонах склонов и глубинах до уровня грунтовых вод; ΔY – изменение годового стока рек под влиянием агротехнических мероприятий на их водосборах, мм; \bar{X} – средняя многолетняя сумма осадков, мм; \bar{S} – среднее многолетнее значение максимальных запасов воды в снеге на сельскохозяйственных полях, мм; \bar{x} – атмосферные осадки за период склонового стекания, мм; f_H – доля площади водосбора под пашней в пределах суглинистых и супесчаных почвогрунтов с глубинами до уровня грунтовых вод H , см; $K_{y(p)}, K_{w(p)}$ – коэффициенты для вычисления изменений стока (склонового и грунтового) любой заданной обеспеченности P ; K'_y, K'_w – коэффициенты для вычисления изменений стока (склонового и грунтового) на супесчаных и суглинистых почвогрунтах (на суглинистых почвогрунтах коэффициенты равны единице); K''_y, K''_w – коэффициенты, учитывающие глубину распашки (>25 см) и сопутствующие агротехнические мероприятия; K_{xy}, K_{xw} – коэффициенты, учитывающие водность района в пределах природных зон.

Результаты оценки влияния распаханых площадей на сток р. Есиль – г. Астана приведены на рис. 2.

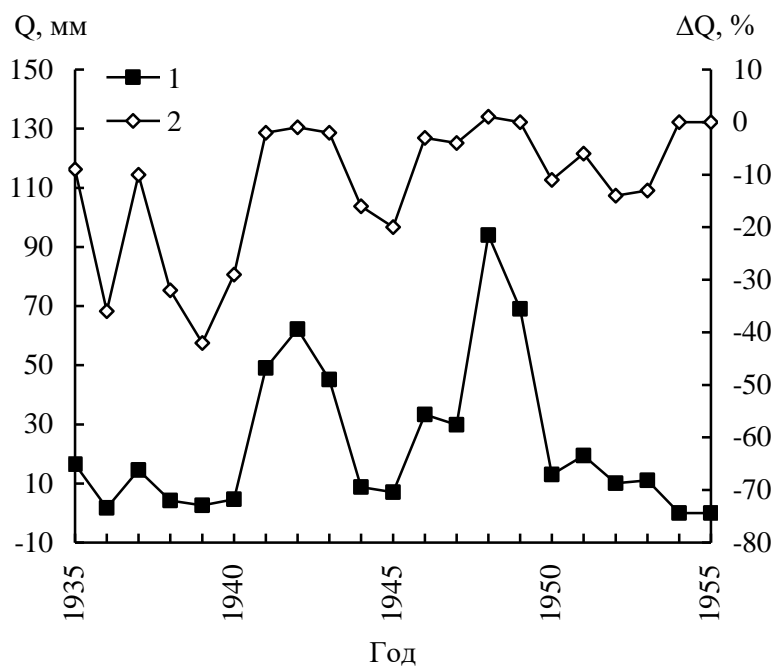


Рис. 2. Годовой сток р. Есиль под влиянием агротехнических мероприятий: 1 – годовой сток реки в естественных условиях, мм; 2 – изменение стока в %.

На рисунке 2 видно, что влияние использования части рассматриваемого бассейна для земледелия приводит к изменению речного стока от минус 1 % в многоводные годы до минус 47 % в маловодные годы, и величина поправок в % к величине годового стока увеличивается с уменьшением водности года. В среднем за период 1933...1953 гг. влияние распаханности на сток составляет минус 14 %.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты такой же оценки для р. Жабай – г. Атбасар и р. Калкутан – с. Калкутан.

Для реки Жабай это влияние изменяется от минус 1 % до минус 27 % в маловодный год. В среднем за период 1947...1953 гг. это влияние оценивается на минус 12 %.

Таблица 1
Изменение годового стока р. Жабай в створе г. Атбасар под влиянием распаханности водосбора

Год	Годовой сток, Q	Доля распаханных	Изменение стока, ΔQ	Q+ΔQ, мм
-----	-----------------	------------------	---------------------	----------

	мм	земель	мм	%	
1947	66,2	0,57	-1,39	-2,10	64,8
1948	63,0	0,57	-0,43	-0,68	62,6
1949	20,9	0,57	-2,34	-11,2	18,6
1950	13,2	0,57	-2,37	-17,9	10,8
1951	12,1	0,57	-2,00	-16,5	10,1
1952	5,90	0,57	-1,60	-27,1	4,30
1953	27,9	0,57	-1,87	-6,69	26,0

Таблица 3

Изменение годового стока р. Калкутан в створе с. Калкутан под влиянием распаханности водосбора

Год	Годовой сток, Q мм	Доля распаханной земель	Изменение стока, ΔQ		Q+ ΔQ , мм
			мм	%	
1947	26,0	0,57	-0,37	-1,43	25,6
1948	24,7	0,57	-1,13	-4,58	23,6
1949	7,60	0,57	-2,21	-29,0	5,39
1950	4,40	0,57	-1,89	-43,0	2,51
1951	4,10	0,57	-1,58	-38,6	2,52
1952	1,50	0,57	-1,27	-84,4	0,23
1953	10,5	0,57	-1,78	-16,9	8,72

Для р. Калкутан влияние распаханности водосбора на годовой сток изменяется от минус 1 % до минус 43 % в маловодный год и до минус 84 % в очень маловодный год. В среднем за период 1947...1953 гг. это влияние составляет 31 % от годового стока.

Приведенные в таблице 1, 2 исправленные на величину распаханности водосборов значения годового стока р. Есиль – г. Астана, р. Жабай – г. Атбасар и р. Калкутан – с. Калкутан могут быть использованы при выполнении гидрологических расчетов в условиях современной сельскохозяйственной деятельности в пределах речных водосборов. Использование этих данных совместно с результатами последующих наблюдений после освоения целинных и залежных земель позволит устранить неоднородность рядов годового стока и более надежно определить их статистические характеристики.

В заключении авторы выражают благодарность ведущему научному сотруднику Голубцову В.В. за помощь в подготовке статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по оценке и учету влияния агротехнических мероприятий на годовой сток рек в гидрологических расчетах. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 67 - 88 с.
2. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 168 с.
3. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. – Вып. 1, Акмолинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1958 – 789 с.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

ЕСІЛ ӨЗЕНІНІҢ СУ ШАРАУШЫЛЫҚ АЛҚАБТЫҢ АҒЫНДЫСЫНА АГРОТЕХНИКАЛЫҚ ШАРАЛАРДЫҢ ТИГІЗЕТІН БАҒАСЫ

Б.Б. Айтымова
А.Т. Калибаева

Есіл өзенінің су шаруашылық алқабтың ағындысына агротехникалық шаралардың тигізетін бағасы қарастырылды. Өткен ғасырдың 50 жылдар ортасында тың және тыңайған жерлерді игеру, өзен алқабтарының су балансына және де бақыланған ағындының қатары біртекті емес болуына кері әсерін тигізеді. Есіл, Жабай және Калкутан өзендерінің ағынды мәндеріне 1954 жылға дейін өзгертулер анықталады, осы жылдық ағындының біртекті емес қатарын жоюға мүмкіндік береді.

ӘӨК 91:801.311(574)

**ІЛЕ ӨЗЕНІ АЛАБЫ АУМАҒЫНДАҒЫ (ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІГІ)
ГЛЯЦИОНИМДЕР**

Ө.Ж. Сағымбай

Іле өзені алабындағы (қазақстандық бөлігі) гляционимдер жайлы мәселелер, мұздықтар Каталогы материалдарын талдау негізінде кеңінен қарастырылады.

Табиғи ғажайып кешен саналатын Іле өзені алабы аумағындағы биік таулы ландшафтардың ажырамас бөлігінің бірі – мұздықтар.

Тұрақты қозғалыстағы, негізінен құрылықта орналасқан, қатты атмосфералық жауын-шашынның жиналуы және қайта қалыптасуы жолымен пайда болған фирн мен мұздың табиғи жиынтығын мұздық деп атаймыз [11]. Табиғаттың осы бір керемет құбылысын зерттеу гляциология ғылымының еншісінде. Ол латынның *glacies* – мұз және *logos* – ілім деген сөздерінен шыққан. Гляциология мұздықтардың пайда болуын, дамуын, құрылысын, физикалық қасиеттерін, динамикасын, геологиялық және геоморфологиялық әрекетін, қоршаған ортаға әсерін және оның географиялық таралуын зерттейтін ғылым [15].

Гляциология – Қазақстан географиясы үшін ғылымның дәстүрлі бағыты, оның негізінде ұлттық Ғылым академиясының География секторы – ҚР БҒМ-нің қазіргі География институты академик Н.Н. Пальгов негізін қалаған қазақстандық гляциология мектебі, бұрынғы КСРО елдеріндегі ең беделді мектептердің бірі және ол алыс шетелдерге де жақсы белгілі. Аталған институттың гляциология зертханасы таулық мұзбасудың таралуындағы аумақтық-уақыттық заңдылықтарды, Қазақстан мен Орталық Азияның көрші елдерінің аумақтарындағы қар-мұз ресурстарының серпінін, рекреациялық мүмкіншіліктері мен пайдалануының перспективасын зерттейді және оңтүстік-шығыс Қазақстанның таулы аумағын рекреациялық аудандаудың карталарын құрастырып, туризмді дамыту жөнінде ұсыныстар әзірлейді [13].

Гляциология ғылымын жан-жақты зерттеудің халық шарушылығының саласын өркендетуде рөлі айрықша. Атап айтсақ, таулы-мұздықты өзендер суларын пайдалану, гидротехникалық жүйелер

құрылыстарын, су электр станцияларын салу және биік таулы аймақтарда демалу базаларын және туризм, т.б. үшін маңызы өте зор [1].

Іле өзені алабы аумағындағы (қазақстандық бөлігі) мұздықтар жүйесінің ғылыми тұрғыдан терең зерттелуі, аумақтағы тұңғыш рет 1955-1956 жылдары жүргізілген аэрофототүсіру жұмыстарымен тығыз байланысты. Осы материалдар негізінде аймақтың 1:100 000 масштабтағы мұзбасу картасы және мұздықтар Каталогы құрастырылды [2, 3, 4, 5, 16].

Өзен алабы аумағының биік таулы өңірінің мұзбасу үрдістері жайлы Н.Н. Пальгов (1964), Е.Н. Вилесов (1967, 1973), К.Г. Макаревич (1969), Г.Н. Голубев (1968), Ғ.А.Токмағамбетов (1969), И.С. Соседов (1973), т.б. еңбектерінде баяндалған [10]. Қазіргі таңда зерттеу нысанымыз бойынша ҚР БҒМ-нің География институтындағы гляциология зертханасы және республикамыздағы гляциолог-мамандар К.Г. Макаревич, Е.Н. Вилесов, А.П. Горбунов, т.б. ғалымдар кешенді ғылыми жұмыстар атқаруда.

20 ғасырдың 70-ші жылдары Іле өзені алабының мұздықтар жүйесінің аэрофототүсіру (1972, 1975, 1979) негізінде ірі масштабты (1:25000) картасы пайда болды. Заман талабына сай Географиялық ақпараттық жүйелердің (ГАЗ) ең жаңа озық технологиясын пайдалана отырып, зерттеу аймағында соңғы рет 1990 жылы аэрофототүсіру үрдісі жүзеге асырылды [2]. Осы жұмыстың нәтижесінде Іле өзені алабы аумағындағы (қазақстандық бөлігі) мұздықтар жүйесін бажайлау (дешифрирование) және картометриялық талдау негіздерінде мұздықтар эволюциясы, көлемінің өзгеруі және мұздықты-мореналық кешендерінің жағдайы, т.б. сипаттамалары жан-жақты зерттеліп, ғылыми болжамдар жасалды.

Іле өзені алабы аумағындағы топонимдер жүйесін физикалық-географиялық тұрғыдан зерттеу барысында мұздық атауларын жүйелеу өзіндік өзектілігімен ерекшелінеді, себебі бұл тақырып ғылыми тұрғыдан қарастырылмаған. Топонимика ғылымының аз зерттелген саласы мұздықтар атауларына арналған мақалалар топонимикалық және ономастикалық ғылыми әдебеттерде өте сирек [6, 7].

Гляциотопонимдердің негізін құрайтын компонент – гляционим. В.А. Никонов зерттеулеріне негізделсек, гляционим дегеніміз мұздықтар атауы, ал оны зерттейтін ғылым саласы гляционимика деп аталады. Осыған сәйкес, гляционимика – топонимиканың гидронимика, оронимика, т.б. сияқты жеке дара бірі бөлігі болып саналады [14]. Сонымен қатар, гляционимика мұзтанудың бір құрамдас саласы деп атауға болады.

Гляционимиканың өзіндік міндеті – мұздықтардың географиялық атауларын кешенді тұрғыдан зерттеу.

Бұл ұсынылып отырған жұмысымызда, әлемдік және қазақстандық ономастика ғылымының көрнекті өкілдерінің және географ, гляциолог ғалымдардың еңбектерін негізге ала отырып, Іле өзені алабындағы мұздықтардың атауларын семантикалық типі бойынша алғаш жіктеу. Алаптағы гляционимдерді жүйелеу жоғарыда аталған мұздықтар каталогының Орталық және Оңтүстік Қазақстан (XIII том) аумағы бойынша, кестеде көретілгендей 4 бөлігінен жинақталды.

Іле өзені алабында негізгі мұзбасу зонасы 3400...4200 м биіктікте тараған (75%). Мұздықтардың морфологиялық типінен аңғарлы, аспалы-аңғарлы және шлейфті, кей жерлерде кар және аспалы түрлері көп кездеседі. Аталған биіктік Іле өзені алабындағы гляцийлі-нивальді ландшафтың ең мұздықты белдеуі болып табылады [17].

Биік таулы Тянь-Шань (Тәңіртау) өңіріндегі шыңдар мен мұздықтар көбінесе нөмірленген сипатта болды. Мұздықтар мен шыңдарға атауларды топограф, альпинист, гляциолог мамандары ұсынған. Солардың ішінен мына зерттеушілерді атап өтуге болады: С.Е. Дмитриев, В.В. Резниченко, В.Г. Горбунов, Н.Н. Пальгов, Е.Н. Вилесов, Р.В. Хонин [9].

Зерттеу нысанымыз болып табылатын Іле өзені алабындағы жалпы саны 248 гляционимдер топтамасы төмендегідей төрт ірі мұздықтар жүйесін қамтиды:

бірінші – батыстағы Ұзынқарғалы өзенінен шығыстағы Түрген өзені қамтитын Іле өзенінің сол жақ 13 саласы алабындағы Іле Алатауының солтүстік макробеткейіндегі мұздықтар жүйесі. Бұл мұздықтар жүйесінің қазіргі кездегі мұзбасуы $76^{\circ}18'$ және $78^{\circ}00'$ ш.б. аралығын қамтиды. Батыстан мұздықпен толығын бірінші өзенге Ұзынқарғалы жатады. Оның шығысына қарай Шамалған, Қаскелең, Ақсай, Үлкен және Кіші Алматы, Талғар, Есік, Түрген өзендері ағып өтеді.

екінші – Күнгей Алатау жотасының солтүстік беткейі мен Шілік-Кемін тау жалғасы, Іле Алатауының оңтүстік беткейіндегі Шілік өзені алабының мұзбасу аумағы Шілік өзені Іле Алатауының солтүстік бөлігінде $77^{\circ}09'$ және $77^{\circ}39'$ ш.б.аралығында жотаның 34 шақырым және Күнгей Алатауының $77^{\circ}13'$ ш.б.және $78^{\circ}13'$ ш.б. 87 шақырым бөлігінде шоғырланған. Мұздықтардың таралу ареалы солтүстікте $43^{\circ}09'$ с.е., оңтүстікте $42^{\circ}52'$ с.е. шектелген.

Іле өзені алабы аумағындағы (қазақстандық бөлігі) гляционимдерінің семантикалық типі

Мұздықтар жүйесін қамтитын өзен алаптары	Мұздық көлемі, км ² (1955...1955 жж)	Мұздық көлемі, км ² (2004ж) бағалау	Гляционимдер саны, дана					
			сипаттық	мемориал			жергілікті	барлығы
				зерттеушілерге	басқа да қайраткерлерге	мекемлерге		
Іле өз. сол сала-ы (Іле Алатауының Солт беткейі)	287,3	170	46	20	12	21	15	113
Шілік	286,16	200	10	19,6	-	-	12	28
Шарын, Текес	133,87	104	30	1	1	1	16	39
Қорғас, Өсек	218,8	96	29	3	9	2	25	68
Барлығы	826,13	570	115	29	22	24	58	248

Бұл мұздық жүйе ерекшелігі онда таулы мұзбасуға тән барлық мұздықтардың морфологиялық типтері кездеседі [14]:

үшінші – Шарын және Текес өзендері алабы, мұзбасу Теріскей Алатауы мен Сарыжаз жоталарының солтүстік беткейі және Орталық Тянь-Шань (Тәңіртау) жүйесіне енетін Меридианальный жотасының батыс беткейінің 79°13' – 80°13' ш.б. және 42°41' – 40°17' с.е. аралығын қамтиды;

төртінші – Жетісу Алатауының (Жоңғар Алатауы) оңтүстік макробеткейінен бастау алатын Өсек, Бұрхан, Тышқан, Шыжың, Қорғас өзендері алабы. Мұзбасудың таралу орны 44°30' с.е. – 44°50' ш.б. және 79°25' – 80°30' ш.б.

Іле алабының мұздықтар атауы өзіндік мән-мағынасы, шығу тарихы, сырға толы құпияға ие. Мұздықтардың жеке атауларын әр түрлі мағынасы бар негізгі *екі семантикалық типке* жатқызуға болады: *сипаттық түрдегі* және *арнауға байланысты (мемориал)*. Бір қарағанда мұздықтардың барлығы бірдей сияқты. Бірақ, олардың әр қайсысы сыртқы түрі жағынан мүлдем өзгеше болып келеді. Бұл туралы академик В.М. Котляков, Батыс Памир мұздықтарын көргенде былайша өте мағыналы атап көрсеткен: «Биіктікке көтерілген сайын мұздықтар бізге өзгеше айқындалады. Олар бір-біріне мүлдем ұқсамайды, әрқайсысы өздігімен жеке дара ерекшеленеді. Бұл тек өзіне тән сипат мұздықтардың

құрылысымен, көп жағдайда оны қоршаған шыңдар және беткейлердің конфигурациясымен пайда болады» [12].

Биік таулы экспедициялардың қызметкерлері мұздықтарға атау берген кезде, көбінесе сыртқы ерекшеліктеріне көңіл аударған: Үлкен, Биік, Аспалы, Ірі, Жайпақ. Зерттелген мұздықтардың түсіне байланысты қазақ және орыс тілдерінде: Қарамұз, Қызылмұз, Бурый, Красный. Гляционимдік жүйелердің қалыптасуында жергілікті атаулардың рөлі өте зор. Мысалы: *ақ* сын есімі арқылы – Ақмұз, Ақшошақ, Ақсу, Ақсай.

Мұздықтардың пішіні және көлемі бойынша атаулар көптеп саналады. Мысалы: Карнизный, Змеевидный, Лобастый, Волнистый.

Біршама гляционимдер мұздықтардың ластану дәрежесін көрсететін атауларға ие: Моренный, Грязный т.б.

Кейбір атаулар мұздықтардың таулы жүйедегі орналасу жағдайын сипаттайды. Мысалы: Перевальный, Солнечный, Оң Жарсай, Сол Жарсай, Междуетесный, т.б.

Көптеген гляционимдер: флора және фаунаға байланысты аталған, яғни өсімдіктер мен жануарларға байланысты. Аршалы, Талды, Сарымсақты, Аюлы, Мыңжылқы, Түлкісай, Теке, Ұзынқарғалы, Сурковый, Тышқан, Жыланды, т.б. Бұл атаулар осы таулардағы кездесетін жануарлар мен өсімдіктер жайлы ақпарат береді. Бұл категорияға енетін гляционимдер осы жердегі өзен атауларына сәйкес қойылған, өзен аңғарлары бойынша атауға тікелей байланысты биоталар тән.

Біршама гляционимдер сипаттамалық ерекшеліктері және қасиеттеріне байланысты аталған. Мысалы: Кругозорный, Плосковершинный, т.б.

Сипаттық түрдегі гляционимдерге байланысты ерекше топонимдер тобын атауға болады. Олар тек сипаттық қасиетімен бірге, мұздықтың табиғи ғажайып көркемдігін және мұздықты алғаш рет тапқан кездегі ерекше қуаныш сезімдерін атауларда қалдырғаны байқалады. Мысалы: Алтынмұз восточный, Новый, Желдіайрық, т.б.

Көптеген гляционимдер эндемик яғни ондай атау басқа мұздықты аумақтардың ішіндегі атауларда мүлдем кездеспейді. Мысалы: Жаңғырық, Аймуз, Волчий зуб, Бумеранг, т.б.

Еліміздің таулы өңірлеріндегі мұздықтарды зерттеудің өзіндік қиыншылықтары орын алады. Адам өміріне өте қауіпті жағдайларда шыңдарға шығып, асуларды асып, өз алдарына қандай да бір мақсат қойып өмірлеріне қауіп төнсе де тек алға деп ұмтылған мұздық зерттеушілерінің

әрекетін ерлік деп бағалауға болады. Тылсым табиғат ғажайыптарының сырын игерем деп, өз өмірін қауіпке төндірген зерттеушілерді есте мәңгі қалдыру мақсатында географиялық атауларға солардың есімін бергенін байқадық. Сол үшін де екінші семантикалық тип арнауға байланысты, яғни мемориал (коммеморативтік) деп бөлінеді. Бұл типтегі атаулар ірі тұлғалар, ғалымдар, альпинистер, туристерге арналған. Сонымен қатар, мекемелер мен ұжымдар, есте қаларлық еліміздегі елеулі оқиғалар, кәсіби және абстракты түсініктерге байланысты қойылғанын аңғардық. Мемориал гляционимдер саны жағынан ең көп және барлық аумақтарда кеңінен тараған. Солардың ішіндегі топонимдік қарқындылығы жағынан бірінші орынға жеке адамдарға қойылған гляционимдер, яғни гляциоантропонимдер ие.

Бұл категориядағы мұздықтарға ат қойып айдар таққанда, альпинистер, туристер, гляциологтар және басқа да тау әлемін зерттеушілер өз нысандарында ХҮІІІ-ХІХ ғасырлардағы теңізшілердің ат қою дәстүрін ұстанған. Теңізшілер жаңа ашылған арал, шығанақ, бұғаз атауларына әйгілі теңіз саяхатшыларын, өздерінің әріптестерінің немесе Жер шарын зерттеуге зор үлесін қосқан саяхатшылар есімін есте қалдыру мақсатында олардың есімдеріне теңіз атауларын бергені белгілі.

Іле алабындағы гляциоантропонимдер жиынтығы бойынша географ, геолог және топографов мамандарының аты-жөні бойынша қойылған. Солардың ішінде: К.Г. Макаревич (гляциолог), О. Лунин (альпинист), С.В. Калесник (географ-гляциолог), Н.А. Северцов (зоолог), Г.Ц Медоев (геоморфолог), Н.Н. Кассин (геолог), т.б.

Жоғарыда есімдері мұздықтар атауына берілген ғалымдар арасынан академик В.М. Котляков және К.Г. Макаревич қазіргі таңда гляциология ғылымының дамуына зор үлес қосып, жемісті еңбек етуде. Осы орайда айта кетсек, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің география факультетінің физикалық география кафедрасының профессоры, ірі гляциолог-маман, Халықаралық гляциология ассоциациясының мүшесі, профессор Е.Н. Вилесов есімімен Қырғызстан Республикасында Қырғыз жотасындағы Аламедин өзен алабында мұздық атауы бар.

Гляциоантропонимдердің екінші тобына, әдебиет, өнер, тарих, саясат салалары бойынша қамтиды. Мысалы: Абай, С. Сейфуллин, Жамбыл, Маяковский, К. Байсейітова, М. Әуезов, С. Стальский (дагестандық ақын), т.б.

Осы орайда айта кетсек Антарктиданың І Александр Жерінде көптеген атаулар «музыкалық бұрыш» деп аталады, себебі шығанақ, шың, мұздық атаулары өз заманындағы белгілі сазгер, музыканттарға байланысты қойылғаны белгілі. Мысалы: Чайковский және Мусоргский шындары, Верди және Брамс қойнауы, Бах, Моцарт, Вагнер, Шуберт, Стравинский қайранды және тауалды мұздықтары. Бұл үрдісте мұздықтар атауын қоюда классикалық музыканы сүйіп тыңдайтын зерттеушілер болғанын аңғартады.

Енді өзіміздің зерттеу нысанымыздағы атауларға қайта оралсақ, гляционимдер ішінде ХХ ғасырдың 60-шы жылдары ғарышты алғашқы игеру кезеңдеріндегі жетістіктер мұздық атауларында көрініс табады: Ю. Гагарин, «Восход» т.б. гляционимдері пайда болды.

Тарихта орын алған Екінші дүниежүзлік соғыста ерлік көрсеткен батырларға арналған мұздық атаулары: Мәншүк Мәметова, Зоя Космодемьянская, Панфилов. Кеңес заманына байланысты атаулар: Фрунзе, Орджоникидзе, Амангелді атаулары.

Мемориал гляционимдер қатарына ғылыми мекемелер мен ұйымдар, жоғары оқу орындары (ЖОО), спорттық қоғамдар жатады. Мысалы, КазГМИ, Кен институты, «Казахского клуба альпинистов», т.б. Бұл атаулардың санаулылары ғана жалпы қауымға белгілі және жалпыға түсінікті аббревиатура түрінде аталған. Кейбір топонимдердің қысқартылып алынған түрлері тек атауларды қойған адамдарға ғана мәлім. Сол үшін олардың қысқартылып алынған топонимдеріндегі сөздерін қалай шешіп білуге болатынын ұғындыру қажет етеді: мысалы, ОПТЭ – (1936 жылға дейін пайда болған пролетарлық туризм және экскурсия Қоғамы. МЮД – Халықаралық жасөспірімдер күні, ТЭУ – туристік-экскурсиялық басқарма, т.б.

Ғылым атауларына, мамандықтарға, кәсіптерге, мекен-жайларға байланысты қойылған мұздықтарды кездестірдік. Олардың ішінде мынадай гляционимдер бар: Гляциологтар, Геодезист, Пограничник, Физик, Теплофизик, Студент, Советских альпинистов, Краевед, Турист.

Арнауға байланысты гляционимдер топтамасы қатарына идеологиялық жүктемедегі абстракт түсініктер орын алады, мысалы Советов, Молодежный, Конституция, Комсомол, Пионер, Қазақ КСР-ң 50 жылдығына арналған.

Жоғарыда қарастырылған сипаттық және мемориал гляционимдерден басқа, ерекше жеке топ жергілікті ұлттық, халықтық

атаулар. Жергілікті атаулар, мысалы: Тұйықсу, Аша, Домалақ, Аяқ, Көпір, Сүтбұлақ, т.б.

Географиялық атаулардағы тілдік қабат (топонимдік стратиграфия) иран, түрк, монғол, араб және орыс тілдері. Ең ежелгі тілдік астар түркі тілі. Ең жаңа өткен ғасырдың басында қалыптасқан орыс немесе славян қабаты.

Іле алабы бойынша мұздықтар жүйесін қамтитын өзен алаптарының гляционимдерінің семантикалық типінің үлесі әр түрлі. Шілік және Шарын, Текес өзендері алабында мемориал гляционимдер сирек кездеседі. Ал Іле алатауының солтүстік беткейінде біршама мол. Аумақтың топонимиялық спектр құрылымы талданып, төрт мұздықтар жүйесі бойынша гляционимдердің бөлінуі кестеде көрсетілген.

Зерттеу аумағымызда 1902 жылдан зерттеле бастаған, Алматы қаласынан 30 км оңтүстікке қарай Кіші Алматы өзенінің бастауында орналасқан аңғарлы Тұйықсу мұздығы қазақстандық гляциологтар үшін табиғи зертхана және Жер шарындағы ең жақсы зерттелген мұздықтар қатарына жатады.

1958 жылдан бастап тәулік бойы байқаулар жүргізіліп тұратын Іле Алатауындағы Тұйықсу мұздығы мұздықтар мониторингісінің дүние жүзілік қызмет торына эталон есебінде енгізілді [13]. Республикамыздағы осындай әлемдік маңызы бар биік таулы ландшафтардағы климаттық өзгерістердің индикаторы болып табылатын – мұздықтар атауларын топонимика ғылымының заңдылықтарын пайдалана отырып, қазақ атауларының бұрмалануын түзетіп жазып, оларды басқа тілге дұрыс транслитерациялау география, тарих, лингвистика ғылымдарының алдындағы маңызды міндет болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Вилесов Е.Н. Патриарх казахстанской гляциологической науки // География в школах и вузах Казахстана. – 2004. – сентябрь-октябрь. – С. 50-52.
2. Вилесов Е.Н., Горбунов А.П., Морозова В.Н., Северский Э.В. Деградация оледенения и криогенез на современных моренах Северного Тянь-Шаня. // Криосфера Земли. – 2006. – Т.Х. – №1. – С. 69-73.
3. Вилесов Е.Н., Хонин Р.В. Каталог ледников СССР. – Т.13. – вып.2. – ч.1. Бассейны левых притоков р. Или от устья р. Курты до устья р.Тургень. Л.: Гидрометеиздат. – 1967. – 79 с.
4. Вилесов Е.Н. Каталог ледников СССР. – Т.13. – Вып. 2. – ч. 2. Река Чилик. Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 58 с.
5. Вилесов Е.Н. Каталог ледников СССР. – Т.13. – Вып.2. - ч.3. Река Чарын. Текес. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 58 с.

6. Вилесов Е.Н. Гляционимика: состояние, проблемы, перспективы // Труды Второй всесоюз. научно.-практ. конф. «Исторические названия-памятники культуры». – Вып. 1. – 1991. – С. 48.
7. Вилесов Е.Н., Сағымбай О.Ж. Гляционимия гор Юго-Восточного Казахстана. // ҚазҰУ Хабаршысы. География сериясы. – 2006. – № 1 (22). – Б. 94-101.
8. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Мониторинг оледенения Южного склона Заилийского Алатау в бассейне р. Чилик // Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. – Алматы: изд-во «Ғылым», 1998. – С.55-62.
9. Вилесов Е.Н., Сағымбай О.Ж. Іле Алатауының шындары мен асуларының топонимикасы // ҚазҰУ Хабаршысы. География сериясы. – 2006. – № 2 (23). – Б. 3-9.
10. Джаналеева Г.М. Структура ландшафтов Балхаш-Илийской мега-геосистемы. – Алма-Ата: Изд. КазГУ им. аль-Фараби, 1993. – 46 с.
11. Достайұлы Ж. Жалпы гидрология. – Алматы: Білім, 1996. – Б. 169-170.
12. Котляков В.М. Избранные сочинения. Книга 4. Льды, любовь и гипотезы: М.: Наука, 2001. – 368 с.
13. Медеу А.Р. Ғылымның қия жолында // География және табиғат. – 2005. – N 8. – Б. 5-12.
14. Никонов В.А. Гляционимия Киргизии. Ономастика Киргизии. – Вып. 1. – Фрунзе, 1985. – С. 146-165.
15. Соловьев А.И., Карпов Г.В. Словарь-справочник по физической географии. – М.: Просвещение, 1983. – 52 с.
16. Черкасов П.А. Каталог ледников СССР. Т.13, вып.2, ч.4. Бассейны рек Хоргоса, Усека. Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 84 с.
17. Чехонадская В.А., Токмагамбетов Г.А., Щукина Т.А. Объем ледниковового стока рек бассейна Или // Режим ледников и снежных лавин Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1979. – 113 с.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

ГЛЯЦИОНИМИЯ БАССЕЙНА РЕКИ ИЛЕ (КАЗАХСТАНСКАЯ ЧАСТЬ)

О.Ж. Сағымбай

*На основе анализа материалов Каталога ледников
обсуждается широкий круг вопросов, связанных с гляционимикой
бассейна реки Иле (казахстанская часть).*

УДК 551.46

**О СОСТОЯНИИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ВЛИЯНИИ ЕГО
ЗАГРЯЗНЕННОСТИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

С.С. Сеитов

Рассмотрено негативное влияние загрязненности атмосферного воздуха на состояние здоровья населения Кызылординской области, и сформулированы приоритетные направления, касающиеся контроля качества атмосферного воздуха и осуществления оздоровительных мероприятий

Из всех составных частей биосферы для нормальной жизнедеятельности человека, прежде всего, нужен воздух. Без еды человек может прожить до пяти дней, без воздуха не более пяти минут. В сутки человек в среднем потребляет около килограмма пищи, до двух с половиной литров воды и кислород из двадцати килограммов воздуха. Но потребляемый воздух должен отвечать определённым санитарным требованиям, иначе он вызовет острые или хронические заболевания.

Атмосферный воздух содержит множество жизненно необходимых компонентов таких, как азот, кислород, углекислый газ. Но кроме этих важнейших составляющих атмосферы в ней содержатся в разных количествах и загрязняющие вещества. Под атмосферным загрязнением обычно понимают присутствие в воздухе различных газообразных и твердых соединений, которые оказывают неблагоприятное воздействие на живые организмы и растительность, ухудшают их жизненные условия или наносят материальный ущерб.

Различают естественное и антропогенное загрязнение атмосферы. Естественное загрязнение возникает, как правило, в результате природных процессов вне всякого влияния человека, а антропогенное – в результате деятельности людей [2].

Самым опасным на здоровье людей является антропогенное загрязнение атмосферного воздуха. Это связано с тем, что вредные вещества антропогенного происхождения накапливаются в зоне обитания человека. Кроме того, вредные специфические вещества, не существовавшие ранее в

природных условиях, в настоящее время становятся составной частью атмосферного воздуха, его микроэлементами [2].

Основными источниками антропогенного загрязнения атмосферы химическими веществами, поступающими в воздух в газообразном, жидком или твердом состоянии, являются промышленность и транспорт.

В Кызылординской области за период времени с 2000 по 2006 гг. количество источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу выросло на 22689 единиц или на 74,2 %. Из них на 2006 г. количество стационарных источников составило 7,04 %, количество передвижных источников выбросов – 92,9 % [3].

В сравнении с началом 90-х годов объем выбросов от стационарных источников в 2000 г. сократился на 22,5 тыс. тонн или в 1,4 раза. По сравнению с 2000 г., в 2006 году отмечено сокращение выбросов стационарных источников на 12,1 тыс. тонн или на 22,4 % [3].

Данный процесс связан с закрытием таких крупных источников выбросов по области, как целлюлозно-картонный завод, фабрика нетканых материалов, централизацией теплоснабжения ряда учреждений, предприятий и частных домов, частичным переводом на газ источников теплоснабжения.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха производственными выбросами по населенным пунктам районов Кызылординской области вследствие отсутствия крупных промышленных предприятий не является актуальной. В районных центрах мероприятия направляются на уменьшение загрязнения воздуха выхлопными газами автотранспорта и пылью, а также выбросами котельных и жилых домовладений.

Значительным источником загрязнения воздушного бассейна Кызылординской области является автотранспорт. В силу конструктивного несовершенства и недостатков в эксплуатации, транспорт выбрасывает в атмосферный воздух более 200 химических соединений.

Вредными основными примесями, содержащимися в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, являются: оксид углерода, окиси азота, углеводорода, альдегиды и другие вещества.

При работе двигателей, использующих бензин, выбрасываются также свинец, хлор, бром, иногда фосфор, при работе дизельных двигателей – значительное количество сажи. И практически все виды транспорта относятся к источникам массированного поступления в атмосферу канцерогенных углеводородов, вызывающих развитие раковых заболеваний.

За период времени с 2000 по 2006 гг. значительно возросли выбросы от автотранспорта по области: на 16,9 тыс. тонн в год или на 33,2 % [3]. Данный факт объясняется увеличением количества автотранспортных средств на дорогах области. Вместе с тем увеличились выбросы в атмосферу таких загрязняющих веществ, как оксид углерода – рост выбросов за последние 7 лет составил 15,1 %, рост выбросов углеводорода составил 56,3 %; выбросы в атмосферу альдегидов составили 4,9 раз; сажи – 12,4 раз; бензапирена – 2,9 раз; оксидов азота – 2,7 раз; диоксида серы – 7,8 раз [3].

В связи с тем, что отработавшие газы автомобилей поступают в нижний слой атмосферы, а процесс их рассеяния значительно отличается от процесса рассеяния высоких стационарных источников, вредные вещества находятся практически в зоне дыхания человека. Поэтому автомобильный транспорт следует отнести к категории наиболее опасных источников загрязнения атмосферного воздуха [2].

Неблагоприятное влияние загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья населения очевидно. В результате рассеивания вредных веществ в атмосфере создаются приземные концентрации загрязняющих веществ, поражающие в первую очередь верхние дыхательные пути и другие органы человека. Вдыхаемый загрязненный воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы легких, откуда примеси поступают в кровь и лимфу. Последствия для здоровья человека крайне неблагоприятны.

По данным ВОЗ установлена корреляционная связь между заболеваемостью органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, аллергическими заболеваниями и загрязнением атмосферного воздуха взвешенными веществами, окислами азота, двуокисью серы, окисью углерода, свинцом [1].

По статистическим данным областного департамента здравоохранения, по области отмечается рост болезней органов дыхания, аллергических проявлений различных степеней, болезней кожи, болезней органов зрения [4]. Из зарегистрированных заболеваний из года в год в Кызылординской области самый большой процент составляют заболевания органов дыхания: так по заболеваемости бронхитами Кызылординская область занимает лидирующее место среди областей Казахстана, в 2006 г. областной показатель данного заболевания превысил республиканский показатель на 74,5 %, показатель заболеваний сердечно-сосудистой системы по области также занимает одно из лидирующих мест среди регионов Казахстана, в 2006 г. превышение республиканского показателя составило 51,7 %. По болезням кожи и подкожной клетчатки (аллергические дерматиты и дерматозы) Кызылор-

динская область занимает второе место после Мангистауской, рост показателя в 2006 г. по сравнению с республикой составил 21,2 %. По глазным болезням Кызылординская область занимает третье место после Мангистауской и Актюбинской областей. В 2006 г. областной показатель превышал республиканский на 28,8 % [4]. Среди глазных болезней наиболее часто в Кызылординской области регистрируются аллергические и воспалительные состояния глаз (аллергические конъюнктивиты, кератиты, кератоконъюнктивиты, увеиты). Рост обращений с воспалительными заболеваниями органов зрения учащается в период частых пыльных бурь.

Вред, причиняемый пылью, является глобальным. Запыленная атмосфера плохо пропускает ультрафиолетовую радиацию, обладающую бактерицидными свойствами и препятствующую самоочищению атмосферы. Пыль засоряет слизистые оболочки дыхательных органов и глаз, раздражает кожные покровы человека, является переносчиком бактерий и вирусов [5]. Сажа, являющаяся компонентом пыли и представляющая собой практически чистый атмосферный углерод, увеличивает заболеваемость раком легких (по локализации злокачественных новообразований рак органов дыхания в Кызылординской области занимает второе место после рака органов пищеварения).

По данным исследования группы специалистов Казахстана и Японии, возглавляемой профессором Мамоко Чиба, негативные условия, связанные с усыханием Аральского моря и погодными условиями, характеризующимися малым количеством выпадаемых осадков и частыми пыльными бурями, поднимающими со дна обсохшего моря тонны солепылевых частиц, содержащих в своем составе ядохимикаты, гербициды и др. вредные для организма человека химические и минеральные соединения, не могут не влиять на рост заболеваемости в изучаемом регионе [5].

Считается, что влияние транспортных выбросов проявляется на расстоянии 1...2 км от автотрассы и распространяется на высоту 300 и более метров. Доказано, что при величине транспортного потока 314 единиц/час запыленность атмосферного воздуха начинает превышать предельно-допустимые концентрации [2]. Таким образом, подтверждается серьезная угроза для состояния здоровья населения при воздействии выбросов автотранспорта и загрязненностью атмосферного воздуха в целом.

Влияние массовых выбросов автотранспорта на уровень загрязнения атмосферы зависит от многих факторов, обусловленных организацией дорожного движения, градостроительными, метеорологическими и другими

особенностями территории города. Поэтому, вопросы, касающиеся контроля качества атмосферного воздуха, и порядок осуществления оздоровительных мероприятий должны решаться с учетом влияния указанных факторов.

Рассмотрим некоторые из них. Меры по совершенствованию дорожного движения направлены в основном на увеличение скорости и обеспечения безостановочного движения транспортного потока. К таким мероприятиям относятся: внедрение автоматизированной системы регулирования дорожного движения, ограничение движения грузового транспорта в центре города и на наиболее загруженных дорогах. Эти мероприятия обеспечивают снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха как в городе, так и в конкретных районах. На снижение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода и углеводородами большое влияние оказывает замена бензиновых двигателей газобаллонными и дизельными.

Большое значение имеет также техническое состояние автотранспорта, оснащение его нейтрализаторами отработанных газов, применение которых значительно снижает выбросы окиси углерода и углеводородов.

Архитектурно-планировочные мероприятия, влияющие на снижение загрязнения атмосферного воздуха, включают в себя регламентацию ширины проезжей части дороги, разрывов между дорогой и домами. Однако, данные мероприятия не в полной мере учитываются в г. Кызылорде при строительстве дорог.

Вместе с этими мероприятиями необходима разработка норм предельно допустимых выбросов для отдельных видов автотранспорта, введение которых позволит более объективно подойти к вопросу регулирования чистоты атмосферного воздуха в городах. Для решения этой проблемы требуются совместные усилия градостроителей, гигиенистов, автоинспекции, специалистов автомобильного транспорта и экологов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозеров Е.С., Джасыбаева Т.С. Социально-экологические аспекты здоровья человека. – Алматы: Ғалым, 1993. – 220 с.
2. Временные методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию. – М., 1998. ИИГ. – С. 3-14.
3. Отчет Кызылординского территориального управления охраны окружающей среды 2-ПТ «Воздух» за 2000...2006 гг.

4. Состояние здоровья и здравоохранения Кызылординской области в 2006 году / Ежегодные статистические отчеты облуправления здравоохранения.
5. Эльпинер Л.И. Аральская экологическая катастрофа и проблемы здоровья населения // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 4. – С. 9.

Кызылординский региональный объединенный центр экологии, гидрометеорологии и охраны здоровья населения Приаралья

ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНДАҒЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУА ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЛАСТАНУЫНЫҢ ТҰРҒЫНДАРДЫҢ ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІ

С.С. Сеитов

Мақалада атмосфера ауасының ластануының Қызылорда облысы тұрғындарының денсаулығына зияндылығы және атмосфера ауасының сапасын бақылау мен оны сауықтыру шараларының басты бағыттары қарастырылған.

УДК 551.4+911.5

**ЭКЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КАК ИНДИКАТОР
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ
АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Канд. геогр. наук

Т.И. Будникова

Канд. геогр. наук

Р.В. Плохих

В статье рассмотрены некоторые подходы к оценке экзодинамических процессов в ландшафтах Акмолинской области для разработки системы устойчивого управления земельными ресурсами. Проведенные исследования показывают, что степень развития экзодинамических процессов – важный индикатор экологического состояния ландшафтов.

Территория Акмолинской области характеризуется сложной пространственной ландшафтной структурой, что обуславливается географическим положением в пределах нескольких природных зон (лесостепной, степной и сухостепной), специфическими геолого-геоморфологическими особенностями территории (большая часть области располагается в пределах Сары-Арки), значительным простираем в широтном и меридиональном направлениях, аридными условиями формирования ведущих ландшафтообразующих компонентов в четвертичный период [1, 8, 10, 7].

Широкомасштабное освоение природных ландшафтов со второй половины прошлого столетия и их длительное сельскохозяйственное использование способствовали качественной и количественной перестройке ландшафтной структуры территории, предопределив характер, масштабы и направленность природных и антропогенно-обусловленных экзодинамических процессов. В условиях современного землепользования функционирование ландшафтов Акмолинской области определяется преимущественно изменениями, происходящими под влиянием сельскохозяйственного использования. Эти изменения проявляются набором специфических реакций, в том числе, развитием экзодинамических процессов и формированием очагов деградации земель. Условия для проявления и развития деградационных процессов в Акмолинской области довольно разнообразны, что связано, с региональными и локальными биоклиматическими условиями, региональными особенностями строения поверхности, характером

антропогенного использования и степенью нарушенности природно-территориальных комплексов (ПТК). По характеру проявления негативных экзодинамических процессов в Акмолинской области обособляются: а) ландшафты с развитием природно-обусловленных процессов (засоление, различные виды водной эрозии, переувлажнение, заболачивание); б) ландшафты с узлокальным и очаговым проявлением природно- и антропогенно-обусловленных процессов; в) ландшафты с мелкоплощадным проявлением природно- и антропогенно-обусловленных процессов; г) ландшафты с площадным проявлением природно- и антропогенно-обусловленных процессов.

Анализ и оценка антропогенно-обусловленных экзодинамических процессов и выявление очагов деградации земель, определяющих экологическое состояние ландшафтов Акмолинской области в условиях современного землепользования, базировались на разработанной серии аналитических, комплексных и синтетических карт разного масштаба. В их числе карты масштаба 1:1000000 – «Ландшафтная карта Акмолинской области» (автор к.б.н. Т.А. Басова), «Карта сельскохозяйственных угодий Акмолинской области» (составлена в ГосНПЦЗем); карты масштаба 1:100000 на территорию эталонного участка Шортандинский район – «Ландшафтная карта», «Карта зонирования по степени развития процессов деградации ландшафтов», «Карта использования земель» (составлена к.г.н. Р.В. Плохих с использованием данных ГосНПЦЗем и ДЗЗ) и «Ландшафтно-природоохранная карта»; карты масштаба 1:25000 на территорию эталонного участка НИИЗХ – «Ландшафтная карта», «Развитие эрозионных процессов», «Распределение снежного покрова». Был выполнен анализ фондовой и опубликованной информации районных акиматов, Республиканской СЭС, Агентства Республики Казахстан по статистике и др.

Анализ зарубежных и отечественных научных публикаций показывает, что развитие негативных антропогенно-обусловленных экзодинамических процессов в ландшафтах подчинено закономерностям широтной физико-географической зональности, а масштабы, направленность и интенсивность проявления зависят от региональных и локальных условий (геолого-геоморфологических, климатических, литологических, почвенно-растительных) и особенностей хозяйственного использования территории [2, 4, 6]. Физико-географические процессы в ландшафтах по времени проявления относятся к динамическим; по форме – к прямым или косвенным; по знаку – к положительным или отрицательным; по пространственной

протяженности – к зональным, региональным или локальным; по генезису – к условно естественным или антропогенно-обусловленным. Антропогенно-обусловленные экзодинамические процессы активизируются на фоне зональных природных процессов, которые приобретают типичные характеристики под антропогенным воздействием. В результате проявления антропогенно-обусловленных водной и ветровой эрозии, подтопления, заболачивания и вторичного засоления природно-антропогенные ландшафты становятся все менее устойчивыми.

Ухудшение экологического состояния ландшафтов Акмолинской области происходит в результате активизации плоскостного и линейного смыва; деструкции рыхлых отложений и активизации ветровой эрозии; расширения очагов деградации земель; изменения гидрологического и гидрохимического режима речного стока постоянных водотоков; изменения агромелиоративных, водно-физических и водно-солевых свойств почв; снижения биопродуктивности и фитоценотического состава; изменения ареалов жизнеобитания фауны; уменьшения численности редких и эндемичных видов растений и животных. Взаимодействие геолого-геоморфологических, литологических и климатических особенностей территории, а также интенсивной антропогенной деятельности предопределили интенсивность негативных экзодинамических процессов.

Анализ экологического состояния ландшафтов сельскохозяйственного использования в Акмолинской области позволил установить негативные экзодинамические процессы и степень их проявления на региональном и локальном уровнях. Установлено, что до 73 % площади ландшафтов сельскохозяйственного использования характеризуются отсутствием проявлений негативных процессов и только на 27 % площади отмечается проявление неблагоприятных экзодинамических процессов (рис. 1). Однако их развитие в площадном отношении крайне неравномерно и неравнозначно по масштабам проявления [3, 9, 11].

Процессы **засоления и осолонцевания** почвенного покрова, как важного ландшафтообразующего компонента, получили широкое пространственное распространение в Акмолинской области. Это объясняется почти повсеместным повышенным естественным содержанием в почвогрунтах. На ландшафты сельскохозяйственного использования с засоленными почвогрунтами приходится 9,8 % площади сельскохозяйственных угодий, причем их распределение по территории области крайне неравномерно. Наибольшие площади ландшафтов сельскохозяйственного

использования с засоленным почвенным покровом приходится на Жаркайынский, Коргалжынский, Жаксынский и Астраханский районы, где их удельный вес в общей площади сельхозугодий 10,7...29,5 %. Низким уровнем распространения засоленных почв характеризуются ландшафты Сандыктауского, Буландынского, Атбасарского, Зерендинского, Аккольского, Ерейментауского и Щучинского районов.

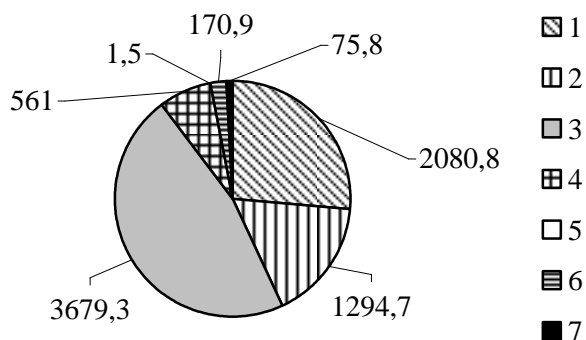


Рис. 1. Соотношение площадей ландшафтов сельскохозяйственного использования разного культурно-технического состояния в тыс. га:
 1 – зацебненные, 2 – засоленные, 3 – солонцовые, 4 – смытые,
 5 – дефлированные, 6 – переувлажненные, 7 – заболоченные.

В результате нерационального природопользования (подтопление, перевыпас, нарушение агромелиорации) в области отмечается широкое развитие процессов осолонцевания. Из 17 административных районов в 15 удельный вес площадей с солонцеватыми почвами превышает 10 %. В Сандыктауском и Жаркайынском районах удельный вес территории с почвами, имеющими признаки солонцеватости – 8,2 и 9,8 % соответственно. В настоящее время 7,7 % площади ландшафтов, используемых под богарное земледелие засолены, а 8,6 % – подвержены проявлению процессов засоления разной интенсивности. Напряженное экологическое состояние ландшафтов богарного земледелия обусловлено низким агромелиоративным потенциалом земель, несоблюдением или нарушением технологии их обработки.

На территории Акмолинской области важное место среди негативных экзодинамических процессов занимает **водная эрозия**. Площадь ландшафтов сельскохозяйственного использования с проявлениями водной эрозии 562,5 тыс. га или 4 % территории сельскохозяйственных угодий, из которых 45,4 % предназначено под богарное земледелие (рис. 2) [3, 9, 11].

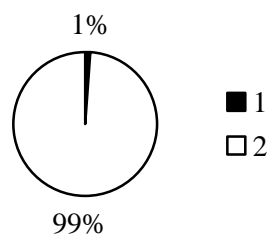


Рис. 2. Удельный вес ландшафтов сельскохозяйственного использования с проявлениями и отсутствием водной эрозии в %: 1 – не подверженные водной эрозии, 2 – с проявлениями водной эрозии.

Под эрозией почв мы понимаем смыв и размыв почвенного покрова, а иногда и почвообразующих пород поверхностным стоком, приводящие к образованию отрицательных линейно вытянутых форм рельефа. Возникновение, развитие и интенсивность флювиальных процессов обуславливаются как природными, так и антропогенными факторами, но при условии нарушения равновесия в функционировании природных ландшафтных и агроландшафтных систем, эрозия может усиливаться, приводя к необратимым последствиям.

Активность процессов водной эрозии предопределяет взаимодействие природных и антропогенных факторов: почвенно-геоморфологические (экспозиция, крутизна и длина склонов; форма водосбора; глубина базиса эрозии; характер четвертичных отложений и почвообразующих пород; генетический тип, физические свойства и механический состав почв); биоклиматические (тип растительного сообщества; густота проективного покрытия; мощность снежного покрова и последовательность его схода на склонах; промерзание почвогрунтов; интенсивность, режим и характер распределения осадков по сезонам года; температурный режим, размеры поверхностного стока талых и ливневых вод); агротехнические и землепользования [5]. Для развития антропогенно-обусловленных водноэрозионных процессов необходимо наличие определенных взаимосвязанных условий (рис. 3).

Между всеми факторами, предопределяющими проявление водной эрозии, существует тесная взаимосвязь и взаимообусловленность, т.к. влияя на ее развитие, эти факторы со временем сами могут изменяться. Для развития водной эрозии из всего набора условий первостепенное значение имеет наличие влаги в почве, особенно в предвесенний период, которое в свою очередь зависит от снегозапаса, интенсивности снеготаяния, глубины промерзания почвы и хода ее оттаивания к моменту стока. Смыв почв зависит

от характера расчленения поверхности и проявляется в основном на склонах. Многолетними полевыми натурными исследованиями зафиксировано, что на одном и том же склоне любой экспозиции, эрозия проявляется как от стока талых, так и от стока дождевых вод. По волнистым пологим и покатым склонам вода, особенно на пашне при нарушении агротехнических приемов, почти всегда стекает не сплошным потоком, а струями по межрядным пространствам. В результате для ПТК склонов, используемых под земледелие после стока талых вод и прохождения ливней, формируются струйчатые размывы глубиной от 1...5 до 30 см (на всю глубину вспашки) и шириной от 1...5 до десятков сантиметров. В нижней части длинных склонов струйчатые размывы (до плужной подошвы) достигают ширины 1...3 м. После обработки поля плугами или культиваторами струйчатые размывы частично или полностью засыпаются. При очередном снеготаянии или выпадении дождя вновь появляются струйчатые размывы, которые снова выравниваются при очередной обработке почвы и это продолжается ежегодно. В результате многократного образования струйчатых размывов и их систематического выравнивания постепенно уменьшается мощность плодородного слоя. Образуются смытые почвы с укороченным почвенным профилем, которые в зависимости от величины смытого слоя почвы подразделяются на слабо, средне и сильно смытые.

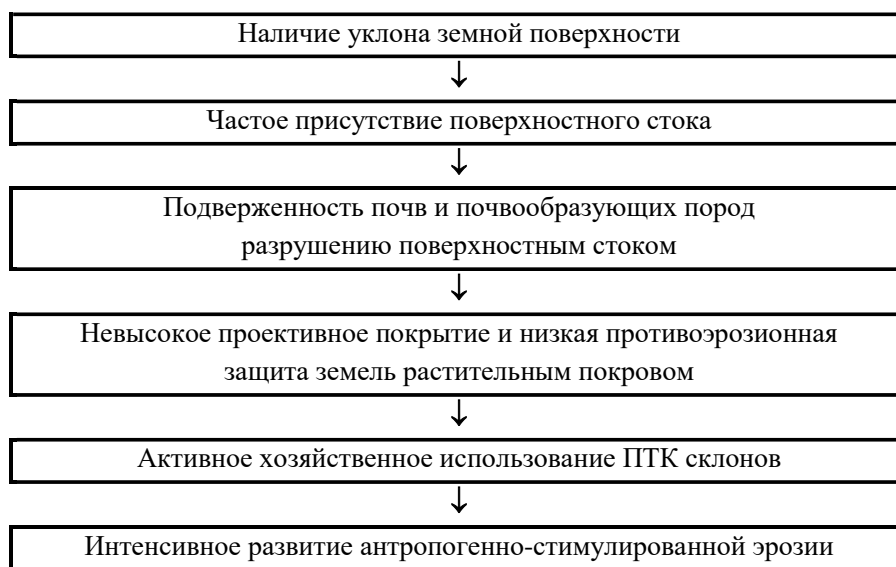


Рис. 3. Блок-схема потенциального сочетания условий для развития антропогенно-стимулированных эрозионных процессов.

Линейная (овражная) эрозия в ландшафтах Акмолинской области сопровождается формированием различного рода промоин и оврагов. Струйчатые размывы служат начальной стадией зарождения линейной эрозии, в результате проявления которой формируются элементарные формы эрозионного рельефа в виде потяжин, которые вниз по склону, с нарастанием кинетической энергии водного потока превращаются в ложбины, перерастая в зависимости от длины склона в промоины или борозды, рывины и овраги.

В Акмолинской области овражная сеть по причинно-следственным признакам классифицируется на сельскохозяйственную (на пашне и пастбищах), дорожную (по придорожной насыпи и кюветам), поселковую (преимущественно в местах сброса бытовых стоков и утечки воды), карьерную (на бортах откосов при подрезке естественных склонов, добыче полезных ископаемых), абразионно-эрозионную (по берегам водохранилищ, прудов, запруд). Образование эрозионных форм рельефа в Акмолинской области зачастую приурочено к склонам денудационного, эрозионно-тектонического рельефа, в пределах аккумулятивного рельефа эрозионные формы встречаются вдоль уступов долин рек и озерных котловин, по бортам водохранилищ, прудов, дамб. Овражная сеть на территории не густая, т.к. оврагами занято 2,1 тыс. га или 0,02 % площади ландшафтов сельскохозяйственного использования. Исследованиями установлено, что распределение эрозионных форм рельефа по территории крайне неравномерно (рис. 4).

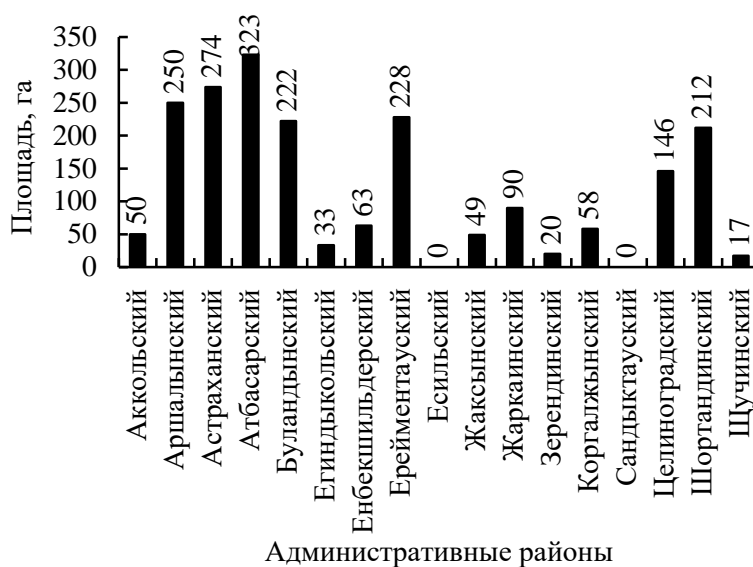


Рис. 4. Распределение овражной сети на территории административных районов Акмолинской области в га.

Зоны формирования активных оврагов повсеместно приурочены к ПТК нижней части склонов. Как правило, головная часть оврага расположена в средней части склона и образуется от слияния простейших эрозионных форм рельефа – ложбин и промоин, которые в летнее время очень слабо выражены в рельефе из-за повышенной задернованности. Весной (период таяния снега) и летом (после ливневых дождей) за счет глубинной и боковой эрозии происходит разрастание оврагов в ширину, формирование отвесных бортов и каньонообразного поперечного профиля. Зачастую овраги имеют незначительную длину – 1,5...3,0 км, редко – 7 км, отвесные борта до 2...3 м, V-образный поперечный профиль и ширину не более 2...3 м.

Основные очаги проявления овражной эрозии приурочены к бортам долины реки Есиль (Атбасарский, Астраханский, Шортандинский, северо-восточная часть Целиноградского районов), ее правобережным притокам (Буландынский район), юго-западной окраине горного массива Нияз и северо-восточному склону возвышенности Музбель (Аршалынский район), западным и северным склонам гор Ерейментау (Ерейментауский район). Практически во всех административных районах удельный вес площадей ландшафтов сельскохозяйственного использования, подверженных водной эрозии не превышает 8,2 %, и только в Сандыктауском районе водная эрозия проявляется на площади 136,1 тыс. га (24,9 %) [3, 9, 11] и предопределяется широким использованием под пашню ландшафтов денудационных и мелкосопочных равнин с длинными покатыми склонами, перекрытыми делювиально-пролювиальными шлейфами четвертичных отложений и хорошо развитой гидрографической сетью.

Экологическая напряженность ландшафтов сельскохозяйственного использования, подверженных водной эрозии, создается за счет смывости приповерхностных горизонтов почвенного профиля, потери почвенной массы и ее агроメリоративных свойств. Поэтому один из важных антропогенных факторов активизации процессов водной эрозии - агротехнические приемы обработки земель. Механическая обработка почвы в одних случаях способствует усилению эрозии, в других - ослаблению. Рыхлая почва в пару и под пропашными культурами способна полностью поглощать ливневые осадки повторяемостью 1...2 раза. Талые воды на черноземах и каштановых почвах в весенний период в большинстве своем почти полностью поглощаются. Смыва почвенного горизонта не происходит, если отсутствует верхний подток. На характер и интенсивность смыва влияет положение сельскохозяйственных угодий на склоне. Если поле с

посевами зерновых или многолетних трав, находится в верхней части склона и попадает в зону стокообразования, то интенсивного плоскостного или линейного смыва на нем не происходит. На нижележащем поле, особенно если это зяблевая пахота, отмечается интенсивный плоскостной и линейный смыв, при обратном сочетании полей смыв бывает незначительный. Особенно интенсивно водная эрозия развивается на свежеспашанных землях. Антропогенно-обусловленные процессы водной эрозии наиболее характерны для территории Сандыктауского, Есильского, Атбасарского, Жаксынского, Жаркаинского и Шортандинского районов.

Ветровая эрозия (дефляция) в ландшафтах сельскохозяйственного использования Акмолинской области носит как природный, так и антропогенный характер. Среди природных факторов развития процессов ветровой эрозии ведущими выступают климатические и литологические. Активность ветровой эрозии находится в прямой зависимости от направления движения воздушных потоков, их скорости, повторяемости, температуры и влажности воздуха, водно-физических свойств почвенного покрова, задернованности поверхности, вертикальной расчлененности рельефа.

Проявление антропогенно-обусловленных процессов ветровой эрозии в ландшафтах сельскохозяйственного использования предопределяется, главным образом, нерациональной антропогенной нагрузкой. Сочетание физико-географических факторов, вид и характер использования сельхозугодий является исходной позицией активизации или затухания процессов ветровой эрозии. В ландшафтах богарного земледелия ветровая эрозия связана с нарушением агротехнических приемов обработки почв или неправильным выбором агротехнических приемов, особенно при распашке вдоль склонов, ошибках территориального планирования пахотных наделов и др. В ландшафтах пастбищного использования ветровая эрозия проявляется вследствие перевыпаса или уничтожении древесно-кустарниковой растительности. Форма и размеры пашенных полей влияют на интенсивность ветровой эрозии, проявление которой усиливается по мере удаления от наветренного края поля вглубь. Наиболее подвержены ветровому воздействию поля, находящиеся под паром, сильно сбитые скотом участки пастбищ вокруг летовок, колодцев и населенных пунктов. Очаги ветровой эрозии на пашне могут разрабатываться во все сезоны года, с преобладанием выноса на наветренных склонах и на вершинах мезорельефа и аккумуляции на подветренных склонах. Зимой ветровая эрозия наиболее интенсивна в малоснежные годы, т.к. темная и не защищенная

снежным покровом поверхность пашни в результате морозного выветривания податлива к развитию дефляции. Однако в основном ветровая эрозия проявляется в теплый период года, когда верхний почвенный горизонт иссушен, а над регионом господствуют ветры с повышенной скоростью (более 5 м/сек). На проявление процесса ветровой эрозии существенное влияние оказывают агротехнические приемы обработки почвы, в результате которых изменяются физические свойства почв (механический, химический и структурный состав). Общеизвестно, что насыщенность пахотного слоя углекислыми солями в результате механической обработки приводит к формированию мелкозернистой структуры в верхнем почвенном горизонте, потере связности, разрыхлению и быстрому выдуванию мелкоземистых частиц. Применение агротехнических приемов обработки пашни с оставлением высокой стерни и последующей распашкой способствует накоплению в почве растительных остатков, повышая устойчивость почв к выдуванию. Также устойчивыми к выдуванию являются солонцеватые почвы и солонцы, так как при глубокой вспашке на поверхность выворачивается уплотненный солонцеватый горизонт, отличающийся зачастую тяжелым мехсоставом, большой связностью агрегатов и высоким объемным весом. В основном на сельхозугодьях Акмолинской области наблюдается проявление очаговой ветровой эрозии, обусловленной физико-химическими свойствами почвы. Согласно классификации В.В. Редкова [10] в Акмолинской области почвы по степени податливости ветровой эрозии подразделяются на:

- *дефляционно-безопасные* – луговые, болотные, аллювиально-луговые и лугово-болотные почвы, солонцы луговые, лугово-степные и степные, солончаки тяжелого механического состава (за исключением пухлых), а также слаборазвитые и защебненные разности;
- *слабо податливые дефляции* – черноземы южные, каштановые и темно-каштановые почвы глинистые, тяжело- и среднесуглинистые, защебненные и неполноразвитые, сформированные на коренных породах;
- *средне податливые дефляции* – черноземы южные, каштановые и темно-каштановые легкосуглинистого механического состава, карбонатные черноземы, каштановые и темно-каштановые почвы тяжелого механического состава, светло-каштановые, бурые и серо-бурые почвы глинистые, тяжело- и среднесуглинистые, сформированные на материнских меловых толщах, пухлые солончаки, аллювиально-луговые супесчаные и песчаные;

- *сильно податливые дефляции* – разновидности черноземов южных, каштановых и темно-каштановых супесчаных почв, почвы карбонатные тяжелого механического состава и некарбонатные легкосуглинистые.

В Акмолинской области подвержено процессам ветровой эрозии всего 0,01 % площади ландшафтов сельскохозяйственного использования, из которой 2/3 приходится на пастбища [3, 9, 11]. Антропогенно-обусловленные процессы ветровой эрозии носят узколокальный характер, проявляясь в ландшафтах сельскохозяйственного использования Ерейментауского, Сандыктауского, Аккольского и в незначительной части Целиноградского районов, что связано с преобладанием песчаных, супесчаных и карбонатных почв.

По данным областного филиала ГосНПЦЗем на 01.01.2006 г. ветровая эрозия на территории Ерейментауского, Аккольского и Целиноградского районов проявляется в основном в ландшафтах пастбищного использования. Например, площадь всех очагов ветровой эрозии на пастбищах в Ерейментауском районе составляет 967 га (0,06 % общей площади сельхозугодий), в Аккольском – 200 га (0,02 %), а в Целиноградском – 18 га (0,002 %). В Сандыктауском районе ветровой эрозии подвержены земли богарного земледелия на площади 330 га, что составляет 0,06 % общей площади сельхозугодий. В результате развития процессов ветровой эрозии, при которой происходит уничтожение почвенно-растительного покрова, изменения нано-, микро- и мезорельефа, уменьшение гумусового горизонта, ландшафтно-экологическая ситуация ухудшается на всех землях сельскохозяйственного использования Акмолинской области.

Процессы **переувлажнения** в ландшафтах сельскохозяйственного использования Акмолинской области распространены на 131,7 тыс. га земель, что составляет 0,99 % площади сельхозугодий. Их проявление носит линейно-локальный характер и характерно для всех административных районов преимущественно при пастбищном животноводстве и сенокосении.

Естественные процессы переувлажнения приурочены к понижениям рельефа (озерным котловинам, поймам рек и ручьев, тальвегам долин временных водотоков). С обустройством различного вида гидротехнических сооружений (прудов, запруд, водохранилищ, накопителей жидких отходов, водопоев и колодцев) вышеуказанные процессы являются антропогенно-стимулированными и имеют локальное распространение (водохранилища Вячеславское, Сергеевское, Силеты и др.). Проявление процессов подтопления и переувлажнения происходит в результате длитель-

ного стояния воды и может быть пассивным и активным. Пассивное подтопление проявляется вследствие постепенного расширения зоны влияния гидротехнических сооружений на прилегающие ландшафты. Этот процесс отмечается вокруг водохранилищ, в поймах рек, лежащих выше верхнего бьефа водохранилищ и многочисленных запруд и прудов. Активное подтопление происходит по эрозионным промоинам и руслам рек, лежащим ниже нижнего бьефа гидротехнических сооружений при аварийных и сезонных сбросах и попусках воды или в период снеготаяния, ливневых и затяжных дождях. Основными причинами развития процессов переувлажнения и подтопления является подъём уровня грунтовых вод и изменение режима их фильтрации. При этом подтоплению подвергаются, прежде всего, плоские и слабоогнутые формы рельефа со слабопроницаемыми грунтами (илы, глины, суглинки). Напорные воды водохранилищ и прудов, построенных, как правило, в овражно-балочных формах рельефа, создают фильтрационные потоки, приводящие к повышению уровня грунтовых вод выше запруд и дамб. Сам факт существования антропогенных форм рельефа (плотины, дамбы) способствует медленному поднятию уровня грунтовых вод вокруг накопителя и развитию процессов переувлажнения и подтопления. Процессы подтопления и переувлажнения оказывают негативное влияние на прилегающие территории постоянно, но в период паводка и продолжительных дождей их воздействие усиливается. Изменение гидрологического режима в результате увеличения водности, отсутствия проточности, подъёма уровня грунтовых вод приводит к формированию гидроморфных ландшафтов.

В степных и сухостепных ландшафтах Акмолинской области, испытывающих подтопление в течение продолжительного времени, развивается **процесс заболачивания**. Диагностические показатели развития процессов заболачивания – поднятие уровня грунтовых вод (м), продолжительность затопления (количество месяцев) и минерализация грунтовых вод (г/дм³). Процессы подтопления и заболачивания отмечаются по пониженным участкам пойм рек Есиль, Нура, Шагалапы и др. и побережий озерных котловин. На территории Акмолинской области удельный вес заболоченных ландшафтов сельскохозяйственного использования – 0,4 % от сельскохозяйственных угодий. Чаще всего, процесс заболачивания развивается в ландшафтах приурезовой зоны водохранилищ и прудов, на участках затопленной поймы рек и вокруг озерных котловин с низкими и пологими берегами. Основными очагами антропогенно-обусловленных процессов подтопления

и заболачивания стали гидротехнические сооружения Коргалжинского, Целиноградского, Ерейментауского, Атбасарского районов. Заболачивание приводит к формированию гидроморфных комплексов с аналогами болотных почв под болотной и лугово-болотной растительностью.

Проведенные в Акмолинской области исследования подтверждают, что наибольшее влияние на ухудшение экологического состояния ландшафтов сельскохозяйственного использования из всех экзодинамических процессов оказывают засоление и осолонцевание, водная эрозия, переувлажнение и заболачивание. Причем, доминируют осолонцевание, плоскостная и мелкоструйчатая водная эрозия, сезонное или длительно-временное подтопление и переувлажнение. Негативные антропогенно-обусловленные экзодинамические процессы, зачастую, взаимосвязаны и проявляются комплексно, приводя к существенному изменению морфологических частей природно-антропогенных ландшафтов и примыкающих к ним экотонных условно природных, формируя в конечном итоге новые нетипичные и неустойчивые модификации ПТК. Характер, масштабы, темпы и последствия проявления современных экзодинамических процессов в Акмолинской области служат индикаторами неблагоприятного экологического состояния ландшафтов. Выявление ландшафтов с проявлениями негативных экзодинамических процессов позволяет определить перечень адресных мероприятий по их ликвидации и предотвращению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев Н.И., Исенов Ш.А., Мейрамов Э.А. Биоресурсы и экологическое состояние Акмолинской области. – Акмола: Изд-во «Жана-Арка» 1997. – 134 с.
2. Казаков Л.К. Ландшафтоведение (природные и природно-антропогенные ландшафты). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2004. – 264 с.
3. Земельные ресурсы Казахстана: Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан. – Астана: Агентство РК по управлению земельными ресурсами, 2006. – 150 с.
4. Копеев Б.А. На склоновых землях Северного Казахстана // Зерновое хозяйство. – 1985. – №1. – 35 с.
5. Курманова Г.К. Методика составления и эколого-экономического обновления схемы землеустройства района (на материалах Акмолинской области): Автореф. дисс. канд. эконом. наук. – Астана, 2000. – 26 с.
6. Материалы XI Международной ландшафтной конференции «Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практи-

- ка» (22-25 августа 2006 г.). – М.: РГО, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИГ РАН, 2006. – 788 с.
7. Материалы второй и третьей научно-практических конференций по вопросам экологического состояния и использования природных ресурсов и формирования ГИС Акмолинской области. – Акмола, 1998. – 264 с.
 8. Николаев В.А. Региональные агроландшафтные исследования (из опыта работ на целинных землях Казахстана и Западной Сибири) // Вопросы географии. – 1984. – №124. – С. 73-83.
 9. Регионы Казахстана, 2005. Статистический сборник / Под ред. К.С. Абдиева. – Алматы: Агентство РК по статистике, 2006. – 452 с.
 10. Редков В.В. Почвы Целиноградской области / Почвы Казахской ССР. – Алма-Ата: Издательство «Наука», 1964. – Вып. 5. – 326 с.
 11. Статистический ежегодник Казахстана, 2005. Статистический сборник / Под ред. К.С. Абдиева. – Алматы: Агентство Республики Казахстан по статистике, 2005. – 502 с.

Институт географии МОН РК

**ЭКЗОДИНАМИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР АҚМОЛА ОБЛЫСЫ
ЛАНДШАФТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНЫҢ
ИНДИКАТОРЫ ЕСЕБІНДЕ**

Геогр. ғылым. канд. Т.И. Будникова
Геогр. ғылым. канд. Р.В. Плохих

Мақалада жер қорларының тұрақты басқару жүйесін әзірлеу үшін Ақмола облысы ландшафтыларының экзодинамикалық процестерін бағалауға кейбір тәсілдер қарастырылды. Жүргізілген зерттеулер экзодинамикалық процестердің даму дәрежесі ландшафтардың экологиялық жағдайының ең маңызды индикаторы екенін көрсетіп берді.

УДК 911.3:613

**ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА СОСТОЯНИЕ
ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Канд. геогр. наук Р.Ю. Токмагамбетова

Рассмотрены факторы, влияющие на санитарно-эпидемиологическую обстановку и состояние здоровья населения Акмолинской области. Дан анализ общей заболеваемости населения области по различным видам болезней, таким как острые кишечные инфекции, вирусный гепатит, туберкулез, злокачественные новообразования.

Состояние здоровья населения находится в непосредственной зависимости от социально-экономических условий и экологического состояния исследуемой территории. Одними из основных экологических факторов, влияющих на здоровье человеческого организма, уровень физического развития, репродуктивные возможности, подверженность заболеваниям и продолжительность жизни являются состояние атмосферного воздуха, качество и уровень обеспеченности населения питьевой водой.

Атмосферный воздух - одна из основных сред обитания человека, и от его качества во многом зависит здоровье человеческого организма, уровень физического развития, репродуктивные возможности, подверженность заболеваниям и продолжительность жизни. С точки зрения возможных негативных эффектов для здоровья населения, наиболее существенным является загрязнение воздуха населенных мест пылью, сернистым ангидридом, окисью азота, окисью углерода, аммиаком, свинцом. Каждый из этих загрязнителей имеет свою специфику с точки зрения влияния на здоровье населения. Например, пыль оказывает влияние на дыхательную систему, вызывая прогрессирующий фиброз легочной ткани, воздействует на печень, может сказаться на показателях крови (повышение РОЭ, лейкоцитоз), развитии физической слабости, быстрой утомляемости. Окись углерода в повышенных концентрациях вызывает расстройства нервной системы, выражающиеся в появлении головных болей, снижении памяти, повышенной утомляемости, расстройстве сна. Окислы азота в повышенных концентрациях вызывают раздражение верхних дыхательных путей, бронхиты, способствуют распространности анемии и ухудшению течения сердечных заболеваний.

Аммиак может вызывать снижение трудоспособности, головные боли, повышенную раздражительность, снижение содержания витамина «С» в организме, возникновение катаров верхних дыхательных путей, ангин, тонзиллитов и др. Свинец вызывает снижение умственного развития детей, повышает риск заболеваний нервной системы, поражает систему кроветворения и желудочно-кишечный тракт. Особенно негативный эффект атмосферные загрязнения могут иметь в случае одновременного присутствия нескольких химических агентов в воздухе. Суммарный прессинг загрязнения способен отразиться на иммунной системе, привести к возникновению онкологических заболеваний [6].

Так, результаты лабораторного анализа Республиканской СЭС показывают, что в 2005 г. в Акмолинской области 31 из 605 проб или 5,1 % проб атмосферного воздуха по содержанию вредных веществ, превышали предельно допустимую концентрацию (ПДК) и не отвечали гигиеническим нормативам. Выбросы в атмосферный воздух Акмолинской области содержат 14 ингредиентов, наличие 6 из которых определяется СЭС.

Другим не менее важным фактором, влияющим на здоровье населения, является качество и уровень обеспеченности населения питьевой водой. Экологическому и санитарно-гигиеническому состоянию поверхностных и подземных вод органами санитарно-эпидемиологической службы уделяется большое внимание, как источникам питьевого водоснабжения для населения. В Акмолинской области сложилась неблагоприятная санитарно-эпидемиологическая обстановка из-за нарушений санитарного режима питьевой воды. Серьезная проблема существует с обеспечением питьевой водой сельского населения. Централизованное водоснабжение сельских поселков решалось путем строительства локальных (для одного поселка) и групповых (для группы поселков) водопроводов. В целом по Акмолинской области обеспеченность населенных пунктов централизованным водоснабжением, по данным Республиканской СЭС, составляет 77,8 %, 178,46 тыс. человек населения области имеют доступ к питьевой воде [5]. Наиболее обеспеченным централизованным водоснабжением является сельское население Егиндыкольского административного района (95,1 %). Удельный вес проб воды централизованного водоснабжения, несоответствующих нормативам как и в предыдущие годы, в 2005 г. составил в целом по области 3,8 % по микробиологическим показателям и 6,5 % по санитарно-химическим показателям. Децентрализованные источники водоснабжения Акмолинской области представлены колонками, колодцами, открытыми водоемами и привозной водой, его обеспеченность в области составляет, по данным

Республиканской СЭС и Агентства РК по статистике – 19,3 % [4]. Имеющиеся в Акмолинской области колодцы и родники, зачастую, не соответствуют гигиеническим требованиям. Удельный вес проб воды децентрализованного водоснабжения, несоответствующих нормативам в 2005 г., в целом по области как по микробиологическим показателям, так и по санитарно-химическим показателям составил 7,2 %.

Для характеристики качества и пригодности воды для потребления используется уровень ее минерализации. Утвержденная Главным санитарным врачом РК от 15.12.1998 г. предельно допустимая концентрация (ПДК) минеральных солей (сухого остатка) в питьевой воде составляет 1 (1,5) г/дм³ [8]. Повышение тарифов на очистку и водоподготовку также повлияло на сокращение доступа к питьевой воде сельского населения. Стоимость 1 м³ воды по различным областям и системам водоснабжения колеблется от 18 до 60 тенге.

Анализ современного состояния водоснабжения свидетельствует о крайне низком уровне обеспечения сельского населения питьевой водой: централизованное водообеспечение из большинства групповых водопроводов негарантировано, по причине неудовлетворительного технического состояния как магистралей так и внутрипоселковых разводящих сетей. Высокие эксплуатационные затраты при транспортировке воды на значительное расстояние обуславливают большую стоимость подаваемой воды. Население отдельных регионов испытывает острый дефицит в воде или потребляет для питья некондиционную воду.

Высокий уровень загрязнения окружающей среды, связанный с добычей и обогащением руд цветных и редких металлов, неблагоприятная санитарно-эпидемиологическая обстановка, слабая профилактическая работа органов здравоохранения, низкий уровень социально-экономических условий жизни населения и ряд других факторов являются причиной повышенной заболеваемости населения. По данным областной санитарно-эпидемиологической станции в области отмечается наиболее высокий уровень заболеваемости острыми кишечными инфекциями и вирусным гепатитом, болезнями органов дыхания, туберкулезом и злокачественными новообразованиями. Результаты комплексного анализа состояния водоснабжения, качества питьевой воды и благоустройства территории показали, что в большинстве населенных пунктов, где были зарегистрированы вспышки заболеваемости с водным фактором передачи, обеспеченность населения водопроводной водой ниже среднереспубликанского показателя.

Проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой

водой, в условиях техногенного и антропогенного загрязнения основных источников, является одной из самых актуальных для всех регионов Казахстана. Микробное, вирусное, химическое, радиоактивное и токсическое загрязнение поверхностных вод, отсутствие качественной питьевой воды создает недопустимо высокие риски массового заболевания населения. Почти во всех районах области, кроме Целиноградского, в 2005 г. по данным Республиканской СЭС, наблюдалось превышение загрязнения питьевой воды по микробиологическим и санитарно-химическим показателям, что привело к заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями, а также болезнями мочеполовой системы и органов пищеварения. Осознавая первопричины заболеваний в республике, в 2001 г. службами здравоохранения, коммунальными и природоохранными ведомствами республики, Комитетом по водным ресурсам интенсивно реализовывались программы «Здоровье народа», «Питьевая вода», «Чистая вода».

Показатель общей заболеваемости населения Акмолинской области в 2005 г. составил 51165,2 на 100 000 чел. населения, что ниже среднереспубликанского показателя – 57865,2 на 100 000 чел. населения [2]. Отмечен высокий уровень заболеваемости населения Акмолинской области инфекционными и паразитарными болезнями – 2420,9 на 100 000 чел. населения, заболеваемости новообразованиями (514,5 на 100 000 чел. населения), заболеваемости населения болезнями глаза и его придатков (2171,1 на 100 000 чел. населения). Наблюдается тенденция роста вышеуказанных заболеваний в регионе. [2, 3]. Рисунок 1 иллюстрирует заболеваемость населения Акмолинской области по основным классам болезней в 2005 г.

Изучение динамики заболеваемости населения в Акмолинской области за 2001...2005 гг. показывает, что преобладают инфекционные болезни, болезни глаза и его придатков, а также злокачественные новообразования. По итогам 2005 г. в сравнении с данными 2004 г. увеличилась общая заболеваемость населения инфекционными и паразитарными болезнями, заболеваемость новообразованиями, болезнями крови и кроветворных органов, болезнями эндокринной системы, болезнями нервной системы, болезнями глаза и его придаточного аппарата, уха и сосцевидного отростка, болезнями системы кровообращения, органов дыхания, астмой, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, мочеполовой системы, повысился травматизм. В сельской местности также отмечено увеличение общей заболеваемости населения. Наблюдается увеличение заболеваемости новообразованиями, первичной заболеваемости населения бо-

лезнями крови и кроветворных органов, железодефицитной анемией, эндокринными болезнями, болезнями нервной системы, болезнями глаза и придаточного аппарата, болезнями уха и сосцевидного отростка, болезнями органов дыхания, пневмонией, болезнями мочеполовой системы.

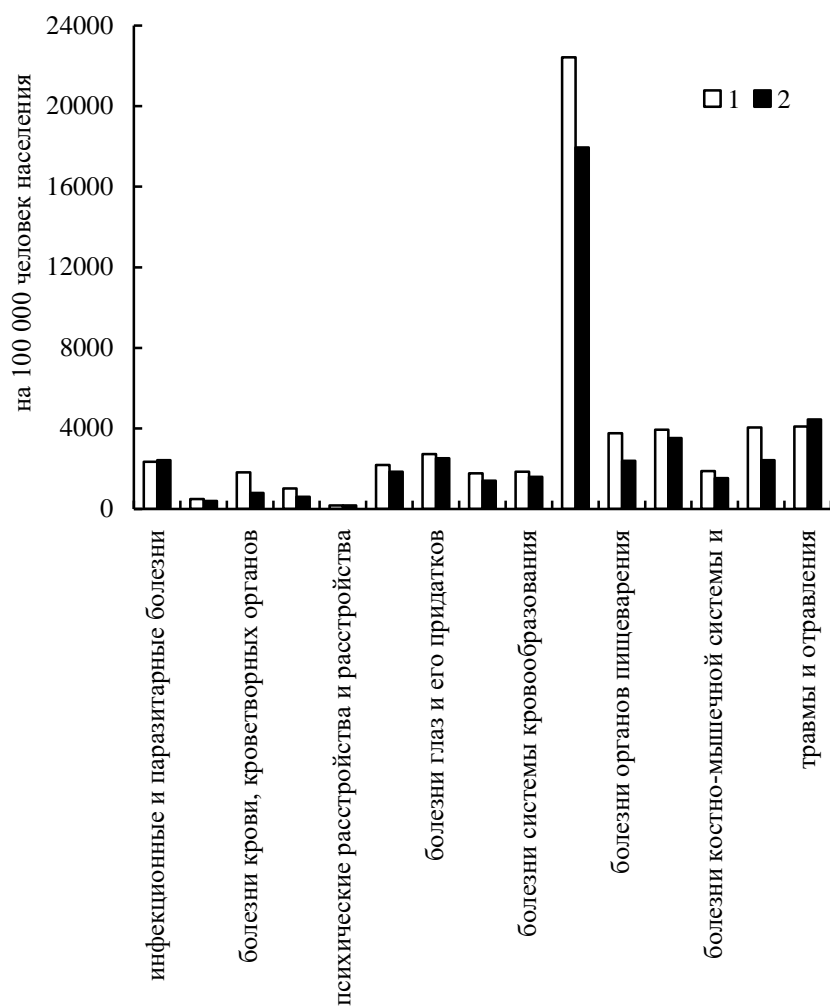


Рис. 1. Заболеваемость населения области по основным классам болезней в 2005 г.. 1 – Республика Казахстан, 2 – Акмолинская область.

Показатель заболеваемости населения туберкулезом выше среднереспубликанского, особенно в городах [2].

Основными причинами смертности населения Акмолинской области

являются болезни органов кровообращения (51,5 %), злокачественные новообразования (12,2 %), несчастные случаи отравления и травмы (14,6 %), болезни органов дыхания (6,6 %), от других причин (15,1 %). Почти по всем основным классам причин смерти, кроме болезней органов пищеварения и инфекционных и паразитарных заболеваний областные показатели превышали в 2005 г. среднереспубликанские [1].

Нами была проанализирована распространенность заболеваний среди детей и подростков и установлены зависимости структуры заболеваемости от экологической ситуации. Наиболее подвержены заболеваемости в Акмолинской области группы детей и подростков. Заболеваемость детской группы составила в 2005 г. 86087,7 чел. на 100 000 чел населения, подростков 63644,3 чел. на 100 000 чел населения, тогда как общая заболеваемость взрослого населения – 38956,8 чел. на 100 000 чел населения. Показатели общей заболеваемости по всем возрастным группам имеют значения ниже среднереспубликанских [3].

Правительством Республики Казахстан и Детским фондом ООН была разработана программа сотрудничества на 2000...2004 гг. [7], направленная на укрепление возможностей семей, посредством повышения ответственности, уровня знаний и инициативности, а также более активного и эффективного вовлечения семьи в охрану здоровья детей, их развитие и защиту. Мероприятия программы концентрировались на материнском и неонатальном уходе, санитарно-гигиеническом просвещении, водоснабжении, экологии и санитарии.

Наиболее характерными инфекционными заболеваниями являются вирусный гепатит «А», острые кишечные инфекции, туберкулез. В некоторых районах Акмолинской области отмечается высокий уровень заболеваемости острыми кишечными инфекциями (ОКИ), инфекционными и паразитарными заболеваниями. Высокий уровень инфекционных заболеваний является следствием плохих социальных условий жизни и неудовлетворительного состояния питьевого водоснабжения, санитарной очистки Акмолинской области. Основной гигиенической проблемой в области является состояние питьевого водоснабжения населения. Показатель заболеваемости острыми кишечными инфекциями в 2005 г. в области по данным Министерства здравоохранения РК составил 165,2 на 100 000 человек населения. С 1999 г. заболеваемость населения ОКИ в области сократилась в 2 раза. В 1999 г. и 2003...2005 гг. уровень заболеваемости острыми кишечными инфекциями превышал среднереспубликанский показатель. С 1997 г. в области наметилась тенденция сокращения заболеваемости с 372,7 до 165,2 на 100 000 человек населения в 2005 г. (рис. 2).

В территориальном разрезе самая высокая заболеваемость ОКИ в 2005 г. отмечена в Атбасарском административном районе (368,61 на 100 000 человек населения), где показатель превышает и среднереспубликанское, и среднеобластное значение более чем в 2 раза. В Енбекшильдерском административном районе заболеваемость острыми кишечными инфекциями зафиксирована не была. Автором составлена карта заболеваемости населения Акмолинской области в 2005 г. острыми кишечными инфекциями в масштабе 1:1 000 000.

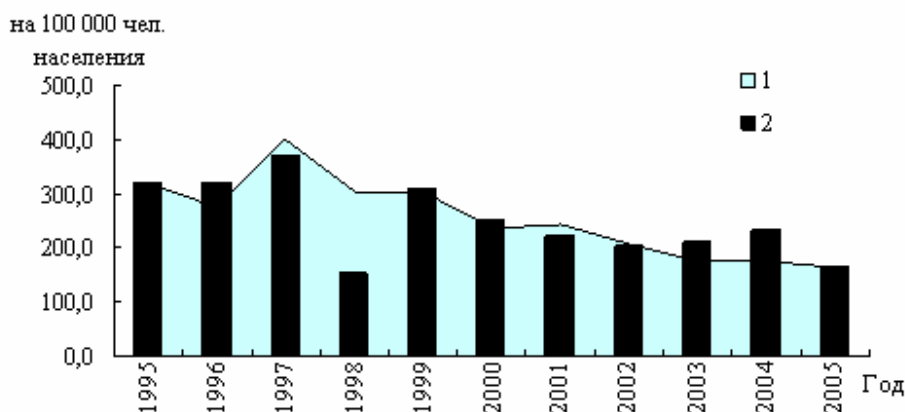


Рис. 2. Динамика заболеваемости населения Акмолинской области и Республики Казахстан острыми кишечными инфекциями. 1 - Республика Казахстан; 2 - Акмолинская область.

Большинство случаев заболеваемости вирусным гепатитом «А» связано с нарушением системы водоочистки и обеззараживания питьевой воды; обусловлены использованием населением для питьевых целей воды из открытых водоемов и арыков, а причинами вспышек дизентерии является неудовлетворительное санитарно-техническое состояние водопроводных и канализационных сетей. Отмечена выраженная сезонность вспышек, характерная для всех регионов, которая приходится на август – ноябрь.

Снижение уровня заболеваемости связано с мероприятиями проводимыми органами здравоохранения и с реализацией Государственной программы вакцинации населения против данной инфекции. С 1999 г. вакцинации подвергаются все новорожденные, привиты все дети до 6 лет, медработники, а также Санэпидемслужбой приняты дополнительные меры по профилактике гепатита. Заболеваемость вирусным гепатитом (ВГ) в Акмолинской области в 2,4 раза ниже, чем по республике. С 1996 г. наметилась тенденция снижения заболеваемости населения ВГ и к

2005 г. показатель заболеваемости населения ВГ сократился в 15,5 раза и составил 27,6 на 100 000 чел. населения против среднереспубликанского значения – 65,6 на 100 000 чел. населения. С 1997 г. среднеобластной уровень заболеваемости ВГ ниже среднереспубликанского.

В территориальном разрезе наиболее высокая заболеваемость вирусным гепатитом отмечена в Коргалжынском административном районе (64,0 на 100 000 чел. населения), в Егиндыкольском административном районе в 2005 г. случаев заболевания вирусным гепатитом отмечено не было. Автором составлена карта заболеваемости населения Акмолинской области в 2005 г. вирусным гепатитом в масштабе 1:1 000 000.

В результате реализации санитарно-гигиенических и профилактических мероприятий случаи заболеваемости населения брюшным тифом, холерой в 2005 г. в Акмолинской области не отмечалось.

На высоком уровне в некоторых районах Акмолинской области остается заболеваемость туберкулезом, областной показатель заболеваемости туберкулезом превышает среднереспубликанский. Следует повсеместно внедрить практику проведения сплошных ежегодных профилактических осмотров, поскольку существующие статистические показатели основаны исключительно на выявлении больных по обращаемости в лечебную сеть. Туберкулез относится к социальным болезням. Высокий уровень заболеваемости туберкулезом в области можно объяснить как плохими социально-экономическими условиями жизни населения, слабой материально-технической базой здравоохранения, низким уровнем профилактических мероприятий, так и негативными природными процессами и явлениями.

С 1995 по 2002 гг. в Акмолинской области наблюдался рост заболеваемости туберкулезом с 67,0 до 220,6 на 100 000 человек населения. С 2002 г. по 2005 г. наблюдается спад заболеваемости населения области туберкулезом. В 2005 г. среднеобластной показатель заболеваемости (152,8 на 100 000 чел. населения) превосходит среднереспубликанский уровень 147,3 на 100 000 чел. населения (рис. 3).

Стабилизация и снижение заболеваемости населения области туберкулезом за последние шесть года связано с проведением в области мероприятий предусмотренных внедрением рекомендаций ВОЗ по выявлению и лечению туберкулеза. Автором составлена карта заболеваемости населения Акмолинской области туберкулезом в масштабе 1:1 000 000. В Атбасарском административном районе в 2005 г. отмечен самый высокий в области показатель заболеваемости (200,7 на 100 000 чел. населения). Самая низ-

кая заболеваемость зафиксирована в Сандыктауском районе (28,4 на 100 000 чел. населения).

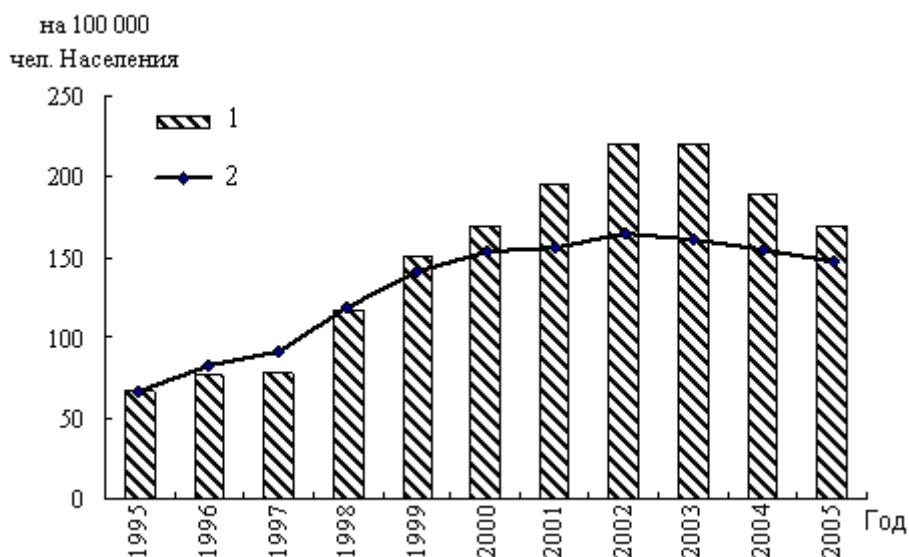


Рис. 3. Динамика заболеваемости населения области туберкулезом. 1 – Акмолинская область, 2 – Республика Казахстан.

Ежегодно в Акмолинской области выявляется около 2000 онкологических больных. Уровень заболеваемости населения Акмолинской области злокачественными новообразованиями имеет значения выше среднереспубликанских, но с 2001 г., когда показатель имел значения 249,6 на 100 000 человек населения, до настоящего времени наметилась тенденция снижения заболеваемости (рис. 4).

В 2005 г. областной показатель составил 230,7 на 100 000 человек населения против среднереспубликанского – 192,5 на 100 000 человек населения, причем в сельской местности заболеваемость злокачественными новообразованиями населения ниже, чем в городской, что указывает на негативное влияние экологических факторов. Наблюдается снижение заболеваемости злокачественными новообразованиями в сельской местности области. Наиболее распространенные виды онкозаболеваний – рак органов дыхания, рак желудка, рак кожи, рак молочной железы. В территориальном разрезе самый высокий в области показатель заболеваемости онкоболезнями составил 305,3 на 100 000 чел. населения и был отмечен в 2005 г. в г. Кокшетау и в Щучинском административном районе (291,0 на 100 000 чел. населения). Самая низкая

заболеваемость зафиксирована в Коргалжынском районе (76,6 на 100 000 чел. населения).

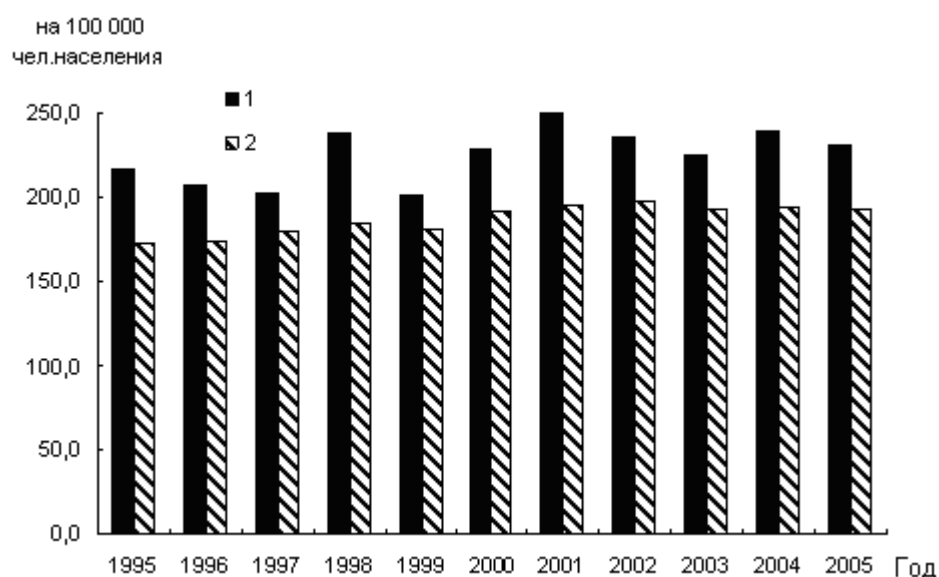


Рис. 4. Динамика заболеваемости населения Акмолинской области и Республики Казахстан злокачественными новообразованиями. 1 – Акмолинская область, 2 – Республика Казахстан.

Распространенность данных заболеваний является не только индикатором в отношении загрязнения окружающей среды, но и показывает уровень риска проявления негативных эффектов, поскольку в регионах с изначально высоким уровнем того или иного заболевания, дополнительный уровень воздействия негативного фактора может вести к более значительным последствиям.

Неблагополучная обстановка сложилась в последние годы в Акмолинской области с заболеваемостью детей, так в 2005 г. по данным Министерства здравоохранения Республики Казахстан показатель заболеваемости детей в Акмолинской области был выше, чем в среднем по Казахстану и составил 2548,9 на 1000 детей первого года жизни, против среднереспубликанского – 2347,2 на 1000 детей первого года жизни. В Акмолинской области в 2005 г. отмечена заболеваемость всех видов болезней у 25127 детей первого года жизни [2]. Областные показатели детской заболеваемости всеми болезнями, кишечными инфекциями, болезнями нервной системы, болезнями органов дыхания, пневмонией, органов пищеварения, мочеполовой системы, врожденными пороками, превосходят среднереспубли-

ликанские значения. Неблагополучная обстановка по детской заболеваемости является причиной высокой детской смертности и является отражением экологической ситуации, сложившейся в регионе, низких социально-экономических условий жизни населения, слабой материально-технической базой здравоохранительных органов, плохого состояния здоровья родителей, которые передают многие виды болезней по наследству. Младенческая смертность в последнее десятилетие, как в целом по Республике Казахстан, так и в Акмолинской области имеет тенденцию снижения, в 2005 г. показатель младенческой смертности составил 13,6 % против среднереспубликанского – 14,5 %.

Активная солнечная радиация, загрязнение окружающей среды канцерогенами, в результате развития цветной металлургии, химической промышленности, существующие уровни минерализации, особенности питания оказывают отрицательное влияние на состояние здоровья и на развитие онкологических заболеваний населения Акмолинской области.

Вследствие нарушения экологического баланса, происходят необратимые процессы, приводящие повсеместно к ухудшению здоровья населения всех возрастных и социальных групп. Повышение заболеваемости взрослого населения частично обусловлено загрязнением окружающей среды, в частности, загрязнением водных объектов. Непосредственное влияние отдельных видов загрязнений, приводит к заметному увеличению числа врожденных аномалий, к развитию и повышению перинатальной смертности. Таким образом, для обеспечения устойчивого развития Акмолинской области необходимо проводить систематическую работу по улучшению экологической и социально-экономической ситуации, определяющей состояние здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демографический ежегодник Казахстана, 2004. Статистический сборник. – Алматы, 2005. – 336 с.
2. Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2005 г. Статистический сборник. – Астана-Алматы, 2006. – 260 с.
3. Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2004 г. Статистический сборник. – Астана-Алматы, 2005. – 238 с.
4. Итоги обследования сельских населенных пунктов Республики Казахстан на основании индикаторов социальной и инженерной инфраструктуры по

- состоянию на 1 января 2004 года. – Том 1. Серия 15. Демография. – Астана: Агентство Республики Казахстан по статистике, 2004.
5. Доступ населения Республики Казахстан к питьевой воде и санитарии/ Отчет. – Проект ПРООН «Национальный план по интегрированному управлению водными ресурсами и водосбережению в Казахстане». – 2006. – 192 с.
 6. Окружающая среда и устойчивое развитие в Казахстане. Серия публикаций ПРООН Казахстан № UNDPKAZ 06, Алматы, 2004. – 211 с.
 7. Программа сотрудничества Правительства Республики Казахстан и Детского фонда ООН на 2000 – 2004 годы //Бюллетень международных договоров Республики Казахстан. – 2003. – № 7. – С. 93 – 182.
 8. Сан. Пин. №3.01.067-97 РК «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Институт географии МОН РК

АҚМОЛА ОБЛЫСЫ ТҰРҒЫНДАРЫНЫҢ ДЕНСАУЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АХУАЛДЫҢ ӘСЕРІ

Географ. ғылымд. канд. Р.Ю. Токмағамбетова

Мақалада Ақмола облысы тұрғындарының санитарлық-эпидемиологиялық ахуалы мен денсаулық жағдайына әсер ететін факторлар қаралды. Облыс тұрғындарының жалпы сырқаттылығына жіті ішек инфекциясы, вирустық гепатит, туберкулез, асқынған жаңа ісіктер сияқты аурулардың әр түрлері бойынша талдау берілді.

УДК 91: 504

**ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛАНДШАФТЫ В
РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

Канд. геогр. наук А.У. Маканова

Одним из приоритетных направлений прикладного ландшафтоведения является необходимость познания механизма трансформации естественных ландшафтов в результате техногенного воздействия. Техногенно нарушенные ландшафты распространены на территории Казахстана практически везде. Наиболее нарушенные ландшафты характерны для регионов, где размещены крупные промышленные центры, в районах добычи нефти и газа, на месторождениях добычи полезных ископаемых.

Согласно Концепции экологической безопасности Республики Казахстан, экологическая безопасность является одним из стратегических компонентов национальной безопасности и важнейшим аспектом защиты интересов и приоритетов страны в международных интеграционных процессах и определяется степенью защищенности личности, общества и государства от последствий чрезмерного антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду [6].

В Республике Казахстан в настоящее время наблюдаются межрегиональные различия по уровню социо-эколого-экономического развития, что противоречит принципам устойчивого развития. Процесс достижения целей устойчивого развития сложен и требует развития гибкой интегрированной экологической политики, включающей изменение подходов и методов эффективного экологического управления на правительственном уровне. Отсюда вытекают выводы о необходимости и приоритетности внимания к проблемам регионов с низким уровнем социально-экономического развития и дестабилизации экологического состояния. Решение многих вопросов нейтрализации процессов, приводящих к экологическим нарушениям, находится в рамках прикладных ландшафтных исследований. Одним из приоритетных направлений прикладного ландшафтоведения является необходимость познания механизма трансформации естественных ландшафтов в результате техногенного воздействия. В настоящее время особое значение имеют комплексные географические исследования устойчивости природно-

сельскохозяйственных систем, которые определяют приоритетность национальных интересов при участии в процессах глобализации и развертывании природоохранной деятельности [3].

Экологическая оценка современного состояния природно-хозяйственной системы определяется факторами антропогенного и техногенного воздействия на ландшафты.

Промышленно-техногенное воздействие на ландшафты включает в себя такие параметры, как разработка карьеров и рудников, добыча полезных ископаемых, выбросы загрязняющих веществ от промышленных предприятий в атмосферу. В настоящее время необходим учет природных составляющих ландшафтов, их устойчивости к конкретным видам техногенного воздействия. Для решения этой проблемы привлекались данные о современном состоянии, структуре и функционировании ландшафтов с учетом оказанного воздействия различных техногенных факторов. Основным методическим приемом, при оценке техногенной нарушенности ландшафтов, является определение глубины трансформации природно-территориальных комплексов в рамках природных границ ландшафта, с учетом его природных свойств.

Природные ресурсы, минерально-сырьевая база являются основой развития экономики Казахстана. На его территории разведаны и разработаны многочисленные месторождения топливно-энергетического сырья, черных и цветных металлов, нефти, природного газа и др. В республике сформирован мощный горно-металлургический комплекс на основе минерально-сырьевых ресурсов. Все это позволяет говорить о существовании техногенно-нарушенных ландшафтов, приуроченных к агломерациям промышленных городов. При добыче полезных ископаемых формируются экологически опасные зоны воздействия: терриконы, отвалы, карьеры, буровые скважины. Происходит отчуждение огромных территорий земель, вывод из оборота площадей, существенно превышающих площади горных выработок. Ежегодно на территории республики образуется около 1 млрд. тонн промышленных отходов, что, соответственно, увеличивает занимаемые ими площади [4, 5].

За последнее десятилетие усиление промышленного освоения нефтегазовой отрасли территории Западного Казахстана привело к увеличению техногенного воздействия на природные ландшафты региона. Одной из основных экологических проблем нефтепромыслов является утилизация попутного газа при добыче нефти. По данным Министерства энерге-

тики и минеральных ресурсов РК (МЭМР) в 2006 г. по республике площадь, занятая нефтедобычей, составляла 5069,5 км². Всего на территории республики зарегистрировано 12 176 действующих скважин, 395 бездействующих и 812 скважин – в консервации. Наибольшее количество скважин отмечается в Атырауской области – 2450 [1, 4, 5].

Казахстан обладает 2 % разведанных запасов нефти на земном шаре, по прогнозам специалистов примерно столько же имеется неразведанных запасов нефти и газа. В районах нефтепромыслов ландшафты являются объектом техногенного воздействия разнообразного по форме и длительности проявления. На современном этапе развития ландшафты нефтепромыслов и прилегающих территорий представляют собой сложные трансформационные звенья с различным уровнем техногенных нарушений [2]. Особенности нефтепродуктов, производимых в Казахстане, является низкое качество и максимальная нагрузка на экологию. В Западном Казахстане общая площадь, занятая нефтяными загрязнениями, по самым минимальным оценкам, составляет около 200 тыс. га, а площадь участков радиоактивного загрязнения с мощностью дозы более 100 мкР/ч равна более 600 га. На территориях нефтегазовых комплексов, где прокладываются нефте-газопроводы, линии электропередач, транспортные магистрали происходят нарушения природных ландшафтов под техногенным воздействием. Интенсивное развитие горно-нефтедобывающих секторов привело к тому, что основу современной промышленности страны составляют наиболее опасные для окружающей среды металлургическая, топливная и горнодобывающая отрасли. На долю, которых приходится 88,5 % всех выбросов в окружающую среду. Загрязнение природной среды газообразными, жидкими, твердыми веществами и выбросами промышленных предприятий, вызывающее деградацию ландшафтов, остается одной из наиболее острых экологических проблем, имеющей приоритетное социальное и экономическое значение [4, 5].

К самым крупным загрязнителям атмосферы относятся предприятия теплоэнергетики, выбрасывающие около миллиона тонн вредных веществ. Во многих городах Республики Казахстан нарушено общее экологическое равновесие и сохраняется напряженная экологическая обстановка, в том числе, в районах действующих предприятий черной и цветной металлургии (Актобе, Балхаш, Жезказган, Караганда, Павлодар, Тараз, Темиртау, Усть-Каменогорск, Шымкент). В последние годы вследствие выбросов отходов промышленного производства наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха отмечен в Алматы, Караганде и Шым-

кенте. Так, например, по данным статистического управления в 2005 г. в атмосферу от стационарных источников было выброшено 3016,5 тыс. т загрязняющих веществ, что на 132,2 тыс. т больше, чем в 2004 г. По данным Агентства Республики Казахстан по статистике в 2005 г. было зарегистрировано 4780 предприятий, имеющих выбросы загрязняющих веществ, в 2006 г. их количество увеличилось на 14,7 % и составило 5483. Наибольшие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу осуществили предприятия Карагандинской и Павлодарской областей – 1 465,2 и 556,1 тыс. т, соответственно, на их долю приходится 48,6 и 18,4 % всех выбросов. Наибольшее количество источников выбросов загрязняющих веществ находится в Восточно-Казахстанской, Мангыстауской областях и г. Алматы – 15 010 тыс. т, 12 594 тыс. т, 11 652 тыс. т, соответственно [1, 4].

В Казахстане только на горнодобывающую промышленность приходится 17,1 % выбросов. Особенностью этого сектора экономики в сфере недропользования является прогрессивно возрастающая динамика добычи нефти и газа по республике в целом. Основной вклад в увеличение выбросов в горнодобывающей отрасли внесли добыча топливно-энергетических полезных ископаемых и добыча сырой нефти и природного газа. Так, например, в 2004 году этими отраслями экономики в атмосферу было выброшено 312,2 и 277,1 тыс. т, а в 2005 г. 347,0 и 324,4 тыс. т, что составило 12,4 и 20,6 % соответственно от общего объема выбросов [5].

В последние годы увеличились выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при добыче металлических руд. Отвалами горных пород заняты огромные территории, которые являются существенными источниками загрязнения воздуха, создающие вторичное загрязнение воздуха токсичной пылью. На территории республики к настоящему времени накоплено более 20 млрд. т промышленных отходов. Территория, охваченная отходами горнорудного производства, составляет около 69,1 км² (табл. 1).

Таблица 1

Объемы промышленных отходов горнорудного производства на 1 января 2005 г.

Площадь, тыс. км ²	Промышленные отходы			
	всего		в том числе вскрышные породы,	
	млн. м ³	млн. т	млн. м ³	млн. т
69,1	6415,7	5096,5	4693,1	4232,4

Источник информации: Министерство энергетики и минеральных ресурсов.

Происходит деградация земельных ресурсов, почвы превращаются в техногенные грунты, происходит загрязнение воды и воздуха. Все это непосредственно усугубляет экологическую ситуацию и неизбежно ведет к деградации природных ландшафтов.

По данным Агентства Республики Казахстан по статистике на обрабатывающую промышленность приходится 51 % выбросов от всех стационарных источников. Главной причиной загрязнения воздушного бассейна промышленными отходами является несовершенство технологий перерабатываемого сырья, что приводит к накоплению в отвалах вредных тяжелых металлов, радионуклидов, продуктов разложения технологических реагентов и других вредных веществ. Все это приводит к загрязнению окружающей среды и изменению естественных ландшафтов. Так, при разработке месторождений полезных ископаемых используются только 3...5 % объема добываемого сырья, остальное накапливается в виде отходов. Основная масса отходов горных предприятий складывается в хвостохранилищах, которые занимают огромные площади, нарушают природный ландшафт, загрязняют воздушный бассейн, поверхностные и подземные воды. Экологические нагрузки от образования отходов, их сбора, переработки и утилизации включают выбросы в атмосферу, в воду и почву, что оказывает отрицательное воздействие на природную среду. В Казахстане еще не создан единый банк экологической информации, программ измерения экологических показателей окружающей среды и источников антропогенного и техногенного воздействия на естественный ландшафт. Анализ экологической ситуации в Казахстане свидетельствует о том, что экологическая обстановка остается неблагоприятной, а загрязнение природной среды – высоким, несмотря на то, что осуществлялся комплекс природоохранных мер [4, 5]. Природоохранными органами республики ведется работа по созданию кадастров источников загрязнения воздуха, воды, почв, мест хранения и захоронения отходов.

По данным Министерства энергетики и минеральных ресурсов РК на долю энергетики с распределением электроэнергии, газа и воды приходится 27,8 % выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников [5].

Транспортно-коммуникационные системы являются интегрирующим и организующим звеном взаимодействия всех элементов территориальной структуры хозяйства, расселения, социальных институтов, формируя и детерминируя их пространственную морфологию на земной поверхности. Транспортно-коммуникационный комплекс Казахстана включает в

себя железнодорожный, прочий сухопутный (автомобильный грузовой, автобусный, такси, трамвайный, троллейбусный), трубопроводный, речной, воздушный транспорт, пути сообщения, почтовую связь и телекоммуникации. Казахстан обладает значительной протяженностью транспортной сети. Протяженность наземных транспортных коммуникаций Республики Казахстан по состоянию на 2005 г. показана в табл. 2.

Железнодорожный транспорт является основным видом транспорта Казахстана. Он выполняет 80..90 % грузооборота всех видов транспорта общего использования. На начало 2005 г. железнодорожная магистральная сеть республики состояла из 15,1 тыс. км. Плотность железнодорожных магистралей составляет 5,5 км на 1000 км² территории. Сеть железных дорог наиболее развита на севере страны, где проходят магистрали бывшей общесоюзной системы Восток–Запад. На остальной территории сеть представлена двумя меридиональными направлениями в восточной и центральной части страны и магистралью Ташкент – Шымкент – Актобе – Уральск – Самара [4, 5].

Таблица 2

Протяженность наземных транспортных коммуникаций Казахстана

Вид транспорта	Протяженность, тыс. км
Железные дороги	15,1
Автомобильные дороги:	90,0
в том числе с твердым покрытием,	84,1
из них с усовершенствованным покрытием	57,5
Магистральные трубопроводы	16,8

Автомобильный транспорт играет исключительно важную роль в развитии экономики республики, расширении внутреннего и внешнего товарооборота, формировании и укреплении межгосударственных связей. Для многих пунктов назначения в регионах республики это единственный вид транспортировки грузов и доставки пассажиров.

В табл. 3 приведены основные показатели развития автомобильного транспорта Республики Казахстан в динамике [5].

За последнее десятилетие протяженность автомобильных дорог увеличилась на 3,5 тыс. км. Из всех имеющихся в 2005 году в республике автодорог с твердым покрытием 57,5 тыс. км (68,3 %) – это дороги с усовершенствованным покрытием, т.е. цементобетонные и асфальтовые, черные гравийные, черное шоссе и грунт-асфальтовые. Остальные дороги имеют недолговечное щебеночное и гравийное покрытие, без обработки

вяжущими материалами (31,7 %). Грунтовые дороги составляют в общей протяженности 6,6 % [4, 5].

Таблица 3

Основные показатели развития автомобильного транспорта

Основной показатель	Год		
	1995	2000	2005
Протяженность автомобильных дорог, км	87337	85867	90845
Грузооборот, млрд. т км	20,1	31,0	47,1
Наличие парка грузовых автомобилей, ед.	318778	196980	281538
Наличие парка легковых автомобилей, ед.	1034129	1000298	1405325

Доля автомобильного транспорта в загрязнении атмосферного воздуха городов Казахстана велика. Так в городах Астане, Таразе, Караганде, Павлодаре, Петропавловске, Усть-Каменогорске и Шымкенте доля автомобильного транспорта в загрязнении атмосферного воздуха составляет 20...40 %, а в городах Актобе, Алматы, Атырау, Костанайе и Семипалатинске превышает 50 % от общего. На долю автомобильного транспорта в Алматы приходится около 80 % всех вредных выбросов в атмосферу [4, 5]. В результате город, не являясь крупным индустриальным центром, в то же самое время считается одним из самых загрязненных городов Казахстана.

Негативное влияние автомобильного транспорта на экологическое состояние городских агломераций очевидно. Известно, что основная деятельность автомобильного транспорта сосредоточена в местах с высокой плотностью населения – городах, промышленных центрах. Вредные выбросы от автомобилей происходят в самых нижних, приземных слоях атмосферы, там, где протекает основная жизнедеятельность человека, и где условия для их рассеивания являются наихудшими. Отработанные газы двигателей автомобилей содержат токсичные высококонцентрированные компоненты, являющиеся основными загрязнителями атмосферы. Время, в течение которого вредные вещества естественным образом сохраняются в атмосфере, оценивается от десятка суток до полугода. В отработанных газах двигателей автомобилей содержится более 200 токсичных химических соединений, большую часть из которых представляют различные углеводороды. Ввиду такого многообразия и сложности идентификации отдельных соединений к рассмотрению обычно принимаются наиболее представительные компоненты или их группы. Помимо прямого негативного воздействия на человека выбросы от автотранспорта наносят и косвенный ущерб. Так, повышение концентрации конечного продукта сгорания автотранспортного топлива – диоксида углерода – естественного атмо-

сферного компонента приводит к глобальному повышению температуры земной атмосферы. Соединения серы и оксиды азота, выбрасываемые в атмосферу с отработанными газами двигателей автомобилей, подвергаются химическим преобразованиям, образуя различные кислоты и соли. Такие вещества возвращаются на землю в виде «кислотных» дождей, в связи с этим происходят негативные изменения естественных ландшафтов. Сейчас уже доказано, что кислотные осадки влияют на ландшафтно-экологическое состояние земель, наносят чувствительный вред водным экосистемам, ведут к уничтожению фауны, вызывают повышенную коррозию металлов, разрушение строительных конструкций и др. [1].

Реальные количественные оценки вредных выбросов от автомобильного транспорта в Казахстане крайне затруднены. Это связано с тем, что автомобиль является мобильным источником с неустановившимся процессом выделения вредных веществ, а в республике отсутствует какое-либо оборудование, позволяющее проводить экологические исследования подобных объектов. В экономической ситуации, сложившейся в Казахстане, реальные пути по сокращению негативного воздействия автомобильного транспорта на природную среду сводятся к совершенствованию законодательной базы в области экологии на транспорте. Такая деятельность охватывает очень большой спектр вопросов – от совершенствования базовых законов, регламентирующих деятельность транспорта как компонента экономики (Закон «О транспорте», Закон «Об автомобильном транспорте» и т.п.) до разработки конкретных нормативных актов специального назначения (стандарты, правила и т.д.). Для обеспечения вхождения Казахстана в мировую транспортную систему следует предусматривать гармонизацию нормативно-правового обеспечения в транспортном комплексе с региональным и международным законодательством.

Для эффективного действия всего комплекса мероприятий в области охраны окружающей среды необходимо организовать правовую сторону вопроса таким образом, чтобы любому субъекту автотранспортного рынка было невыгодно, прежде всего, с экономической точки зрения, заниматься перевозкой и сервисной деятельностью, не удовлетворяющей принятым в Казахстане экологическим нормам.

Трубопроводный транспорт в Казахстане представлен нефтепроводами (6 690 км) и газопроводами (10138 км) [4, 5]. Трубопроводы наименее влияют на окружающую среду, но, непосредственно, влияют на изме-

нение природного ландшафта. Трубопроводы эффективно используются при больших потоках нефти, газа и нефтепродуктов.

Ежегодный объем атмосферных загрязнений в республике колеблется от 5...7 млн. т, из которых на долю транспорта (в основном автомобильного) приходится более трети. По данным национальных природоохранных организаций, практически все областные и крупные промышленные центры имеют повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха. В таких городах, как Алматы, Балхаш, Тараз, Зыряновск, Риддер, Темиртау, Усть-Каменогорск и Шымкент индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) регулярно превышает допустимый показатель [5].

Нарушенные ландшафты при преобладающем линейно-техногенном виде воздействия преобладают в Мангыстауской, Атырауской, Западно-Казахстанской, Карагандинской, Южно-Казахстанской, Восточно-Казахстанской и значительно меньше в Акмолинской, Северо-Казахстанской, Актюбинской и Восточно-Казахстанской областях. Проведенные исследования направлены прежде всего на оценку техногенного воздействия промышленности и транспорта на ландшафты. Позволила условно определить площадное соотношение участков разной степени деградации ландшафтов: сильная, средняя, низкая, очень низкая и незначительная.

Незначительно нарушенные ландшафты максимально приближены к фоновым ландшафтам зонального ряда.

Очень низкая нарушенность ландшафтов характеризуется сохранением свойств всех составляющих ландшафта, умеренной трансформацией растительности и слабыми нарушениями почвенного покрова.

Низкая нарушенность ландшафтов характеризуется существенными изменениями в почвенно-растительном покрове и частичной трансформацией рельефа. Тем не менее внутри- и межландшафтные связи в природных комплексах сохранены и при уменьшении техногенного воздействия наблюдается формирование условно коренных природно-территориальных комплексов.

Средне нарушенные ландшафты характеризуются промышленно-техногенным и линейно техногенным воздействием, превышающим допустимые нагрузки. Отмечаются значительная трансформация почвенно-растительного покрова, изменение рельефа и существенная потеря природно-ресурсного потенциала.

В сильно нарушенных ландшафтах отмечаются глубокие, порой необратимые изменения всех составляющих природного комплекса, почти полная потеря внутриландшафтных связей.

Техногенно нарушенные ландшафты распространены на территории Казахстана практически везде. Наиболее нарушенные ландшафты характерны для регионов, где размещены крупные промышленные центры, в районах добычи нефти и газа, на месторождениях добычи полезных ископаемых. В местах образования буровых скважин, карьеров, отвалов характерна наиболее сильная нарушенность естественных ландшафтов. Исходя из актуальности решения многочисленных природоохранных задач, наши исследования по определению разной степени техногенно нарушенных ландшафтов в дальнейшем будут необходимы для разработки проектов планомерного восстановления нарушенных ландшафтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекмагамбетов М. Автотранспорт и окружающая среда: проблемы и пути их решения // Транзитная экономика. – 2002. – № 6. – С. 73-88.
2. Гельдыева Г.В., Ахметжанова З.Х. Техногенное воздействие на ландшафты Прикаспийской низменности районов нефтепромыслов // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы, 2001. – С. 257-259.
3. Гельдыева Г.В. Роль прикладных ландшафтных исследований в реализации приоритетных национальных проектов // Терра. – 2006. – №1 – С. 199-205.
4. Казахстан сегодня // Статистический сборник / Под ред. К.С. Абдиева.- Алматы, 2005. – 412 с.
5. Регионы Казахстана // Статистический сборник / Под ред. К.С. Абдиева. – Алматы, 2004. – 420 с.
6. Тенденции развития науки в мире, состояние и перспективы ее развития в Казахстане. // Национальный доклад по науке (сводный отчет / Под рук. акад. М.Ж. Журинова. – Астана - Алматы, 2004. – С. 27-46.

Институт географии МОН РК

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ЛАНШАФТАРҒА ТИГІЗЕТІН ТЕХНОГЕНДІК ӘСЕРЛЕР

Геогр. ғылымд. канд. А.У. Мақанова

Қолданбалы ландшафттанудың басымды бағыттарының бірі техникалық әсерлердің нәтижесінде табиғи ландшафтардың өзгеруінің тетіктерін танып – білудің қажеттілігі болып табылады.

Қазақстанның барлық аумағына техногенді бұзылған ландшафт тараған. Ірі өнеркәсіп орталығында, мұнай-газ өндіретін аудандарда, пайдалы қазбалар өндіретін кен орындарда көбірек бұзылған ландшафтармен сипатталады.

УДК 551.46+581.5+911

**ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ
ЖАМБЫЛСКОЙ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ**

Канд. геогр. наук Р.В. Плохих

Ландшафтно-экологическая индикация не получила широкого развития в исследованиях природно-хозяйственных систем Казахстана. В статье рассмотрены некоторые ее возможности и показан порядок ландшафтно-экологической индикации состояния Жамбылской ПХС для прикладных целей.

В соответствии с Посланием Президента народу Казахстана и стратегическом курсе Правительства Республики Казахстан на 2003...2005 гг. одним из приоритетов стали проблемы сельских территорий. В его рамках по заказу Министерства охраны окружающей среды в 2005 г. выполнялось эколого-демографическое обследование Жамбылской природно-хозяйственной системы (ПХС). Одна из задач проекта предполагала осуществление ландшафтно-экологической индикации ее состояния.

В современных условиях ландшафтно-экологические исследования в пределах Жамбылской ПХС приобрели особо актуальное значение, поскольку охрана окружающей среды и рациональное использование природно-ресурсного потенциала территории стали важнейшими факторами, определяющими перспективы развития экономической и социальной подсистем. Неоднородность природных условий Жамбылской ПХС, располагающейся, преимущественно, в пустынной ландшафтной зоне и уязвимость естественных природно-территориальных комплексов (ПТК) к антропогенному воздействию обусловили неблагоприятное экологическое состояние территории. Ландшафтно-экологическая ситуация (ЛЭС) в ПХС формируется под влиянием природных и антропогенных факторов, важнейшие из которых – интенсивное развитие горнодобывающей промышленности и длительное сельскохозяйственное использование аридных ПТК. Нарастание темпов добычи сырья для химической промышленности, освоение нефтегазовых месторождений, высокая агрессивность извлекаемого сырья проявились в интенсивных изменениях и загрязнении всех компонентов ландшафта (микроклимат и приземный атмосферный воздух, поверхностные и грунтовые воды, почвенный и растительный по-

кров). В результате хозяйственной деятельности активизировались и получили развитие деградация естественных ПТК и общее ухудшение экологической ситуации в результате дигрессии пастбищной растительности, водной и ветровой эрозии, импультверизации, подтопления и заболачивания, засоления, загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод и др.

Специфика освоенности Жамбылской ПХС выражается в наличии ареалов повышенной производственной активности и заселённости территории, предопределивших границы ландшафтно-экологических зон: стабильного, удовлетворительного и напряженного состояния. В пределах Жамбылской ПХС имеется четыре ареала повышенной хозяйственной активности: долина реки Шу, западное побережье озера Балхаш, юго-восточная (предгорья гор Кендыктас и хребта Жетижол) и южная (предгорья хребтов Кыргызский Алатау и Каратау) части территории. Остальные ландшафты испытывают преимущественно сельскохозяйственное воздействие, поскольку используются в качестве сезонных пастбищ.

Высокоинформативная и объективная основа для разработки стратегии рационального природопользования, предупреждения и нейтрализации негативных процессов и явлений в Жамбылской ПХС – ландшафтно-экологическое зонирование [10]. Составленная карта ландшафтно-экологического зонирования Жамбылской ПХС масштаба 1:1000000 (рис. 1) по уровню экологической напряженности базируется на серии комплексных и частных карт, преемственность и соподчиненность которых играла при картографировании определяющую роль. Особой значимостью обладают две карты – ретроспективная ландшафтная и антропогенной перестройки ПТК (рис. 2). Ландшафтно-экологическое состояние Жамбылской ПХС анализировалось в пределах 10 административных районов – Байзакский, Жамбылский, Жуалынский, Меркенский, Кордайский, Т. Рыскулова, Мойынкумский, Сарыуский, Таласский, Шуский с учетом степени экологической нарушенности природных комплексов и их отдельных компонентов: геолого-геоморфологическая основа, приземный атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенно-растительный покров, а также характера и тенденций развития современных физико-географических процессов (табл. 1).

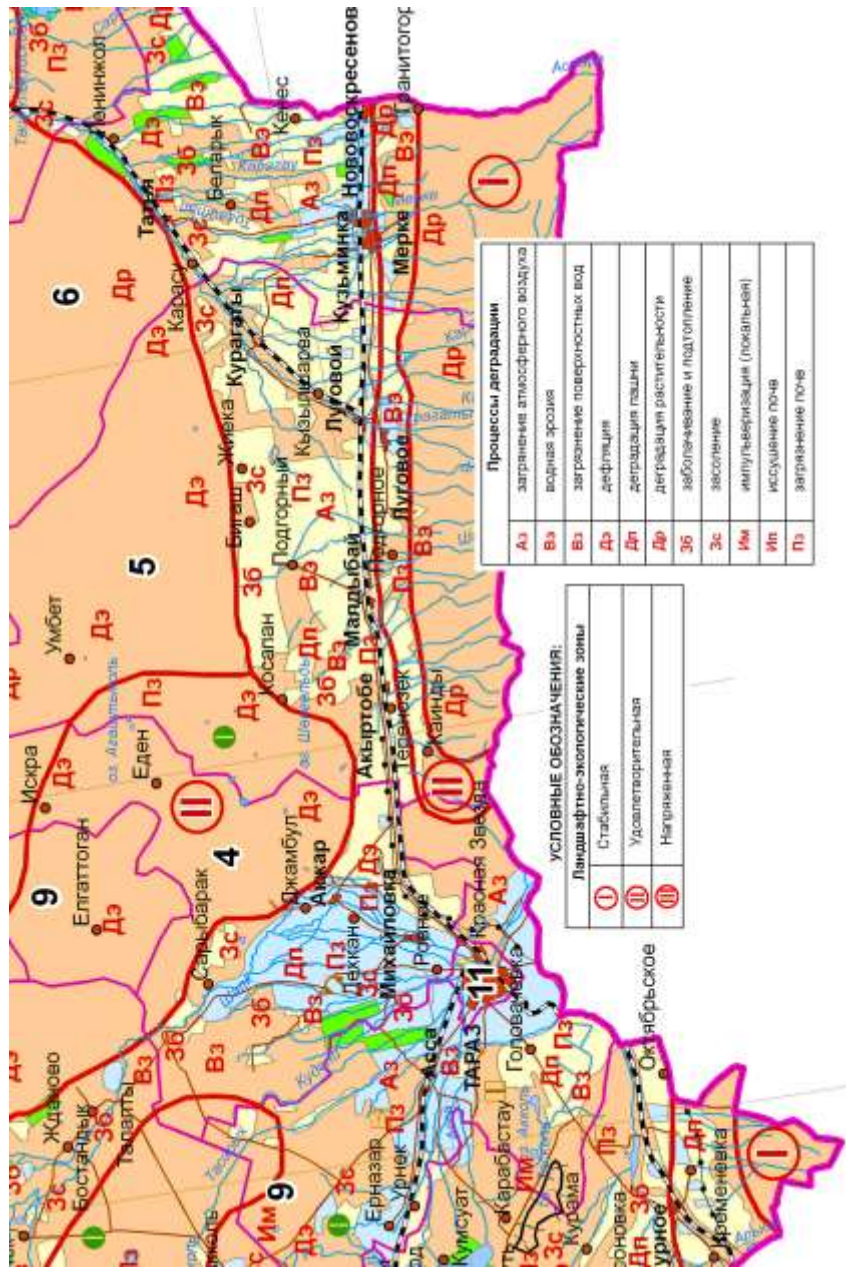


Рис. 1. Фрагмент карты ландшафтно-экологического зонирования Жамбылской ПХС масштаба 1:1000000.

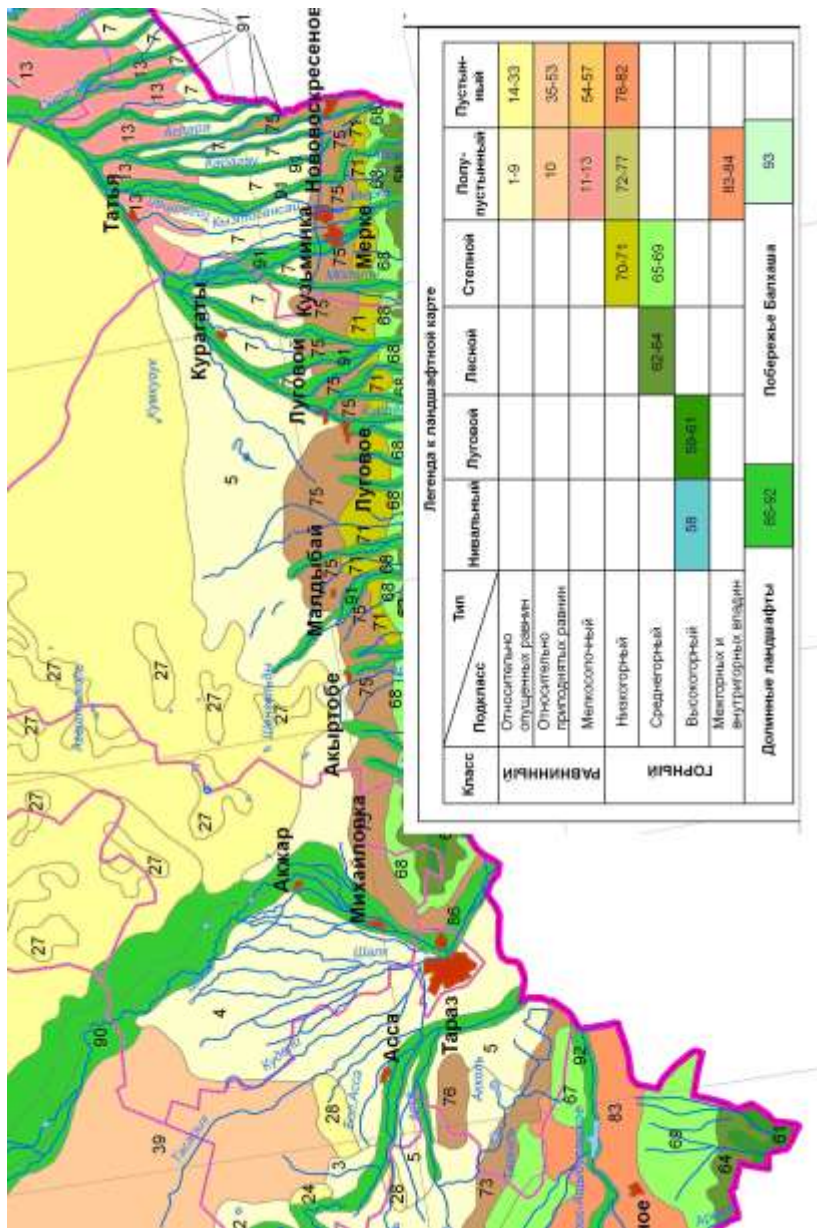


Рис. 2. Фрагмент ретроспективной ландшафтной карты Жамбылской ПХС масштаба 1:1000000.

Таблица 1

Ландшафтно-экологическое состояние Жамбылской ПХС

Административный район	Площадь зон разного ЛЭС, км ²			Негативные процессы и явления в ПТК*
	стабильного	удовлетворит.	напряженного	
Байзакский	357,1	1249,8	2856,7	Аз, Вэ, Дп, Дэ, Зб, Зс, Пз
Жамбылский	0,0	1503,4	2791,9	Аз, Вэ, Дп, Дэ, Зб, Зс, Им, Пз
Жуальинский	210,6	1053,2	2949,1	Аз, Вэ, Вэ, Дп, Др, Дэ, Зб, Зс, Им, Пз
Кордайский	5384,0	897,3	2692,0	Аз, Вэ, Вэ, Дп, Др, Зб, Зс, Пз
Меркенский	4022,5	352,8	2681,6	Аз, Вэ, Дп, Др, Дэ, Зб, Зс, Пз
Мойынкумский	44396,6	6054,1	0,0	Аз, Вэ, Вэ, Др, Дэ, Зб, Зс, Им, Ип, Пз
Сарысуский	20384,6	3763,3	7213,0	Аз, Вэ, Дп, Дэ, Зб, Зс, Им, Пз
Таласский	4272,0	3051,4	4882,2	Аз, Вэ, Дп, Др, Дэ, Зб, Зс, Им, Ип, Пз
Т. Рыскулова	4089,1	1817,4	3180,4	Аз, Вэ, Дп, Др, Дэ, Зб, Зс, Пз
Шуский	9022,7	601,5	2406,1	Аз, Вэ, Вэ, Дп, Дэ, Зб, Зс, Пз

* Индексы подразумевают распространение процессов, описанных далее.

Важнейший инструмент оценки – ландшафтно-экологическая индикация, при которой рекомендуется использовать в числе показателей состояния ПХС оценочные данные качества земель [9]. Качество воды, состояние почвенно-растительного покрова и земель сельскохозяйственного использования отнесены нами к обязательным для анализа индикаторам. Процессы деградации ландшафтов в Жамбылской ПХС – комплексное явление, при котором трансформируются все компоненты ПТК, хотя и в разной степени, при этом практически всегда можно выделить главный процесс, наиболее сильно выраженный на фоне негативных изменений. Локальные участки развития современных природных и антропогенно обусловленных процессов деградации ПТК на карте ландшафтно-

экологического зонирования Жамбылской ПХС отображены буквенными индексами [6]. К ним нами отнесены: засоление, импульверизация, подтопление и заболачивание, водная и ветровая (дефляция) эрозия, дигрессия пастбищной растительности, импульверизация и техногенные процессы – загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод. Перечисленные деградационные процессы не исчерпывают всего их многообразия и были отобраны нами, поскольку имеют широкое распространение и наиболее доступны для изучения и анализа. Распространение индикаторов негативных процессов и явлений в ПХС напрямую связано с ее ландшафтно-экологическим состоянием и в крайних случаях приводит к потере природной и хозяйственной значимости земель, снижению уровня жизнеобеспечения населения.

Негативные процессы в Жамбылской ПХС оценивались по следующим индикаторам [1-5, 7, 8]:

– *ветровая эрозия (Дэ)* – отношению к группе доминирующих почв по степени податливости и подверженности дефляции, влажности верхнего почвенного горизонта в %, скорости господствующих ветров в м/с, гранулометрическому составу почвогрунтов, глубине дефляционного рельефа в см, высоте аккумулятивного рельефа в см, нарушенности сплошного ареала почвенно-растительного покрова в %;

– *водная эрозия (Вэ)* – степени проявления линейного и плоскостного смыва в связи с характером рельефа, уклона поверхности, глубины эрозионных борозд и промоин в см, механического состава почвенных разностей, нарушенности сплошного ареала почвенно-растительного покрова в %, расчлененности территории оврагами в км/км²;

– *засоление (Зс)* – площади засоленных почв, ед. изм., степени засоления почвогрунтов, ед. изм., глубине залегания грунтовых вод в м, минерализации грунтовых вод в г/дм³, площади галофитных сообществ в % от фонового, урожайности сельскохозяйственных культур в ц/га;

– *импульверизация (Им)* – характеру изменения водно-солевого режима почв и способности их к аккумуляции и выносу солей;

– *иссушение почв (Ип)* – изменению влажности, физических свойств почв, ксерофитизации растительного покрова;

– *подтопление и заболачивание (Зб)* – встречаемости гидроморфных ПТК, продолжительности затопления в месяцах, наличию поврежденных гидротехнических сооружений в ПТК, встречаемости гигрофитов и гидрофитов в доминирующих ПТК в % от фонового;

– *деградация растительности (Др)* – снижению продуктивности пастбищ в % от фонового, сокращению проективного покрытия в % от фонового, состоянию растительного покрова, изменению участия непоедаемых видов в %, площади выведенных из землепользования угодий, ед. изм.;

– *деградация пашины (Дп)* – уменьшению площади пахотных земель, ед. изм., снижению урожайности, ед. изм., уменьшению содержания гумуса в почве, ед. изм., увеличению площади эродированных и смытых земель, ед. изм.;

– *загрязнение атмосферного воздуха (Аз)* – превышению уровня предельно допустимой концентрации (ПДК) для ингредиентов: пыль, соединения углерода, серы, азота и других химических элементов, ед. изм.;

– *загрязнение поверхностных и подземных вод (Вз)* – превышению ПДК солей, тяжелых металлов, пестицидов, а также по увеличению общей минерализации, ед. изм.;

– *загрязнение почв (Пз)* – превышению ПДК загрязняющих веществ, влияющих на водно-химические и водно-физические свойства и плодородие почв.

Ландшафтно-экологическая индикация состояния Жамбылской ПХС позволила выделить по степени напряженности зоны стабильного, удовлетворительного и напряженного состояния.

Зона стабильного состояния (I) занимает площадь 92139,2 км² (63,9 % всей площади) и характеризуется слабой антропогенной перестройкой ландшафтов. Характер пространственного распространения негативных, преимущественно природного происхождения, процессов – локально-мелкоплощадной. Наиболее распространены пустынные ландшафты относительно опущенных и относительно приподнятых равнин.

Доминирующие виды ландшафтов относительно опущенных равнин – эоловая бугристая равнина с саксаулово-псаммофитнокустарниковой, бело-земельно-полынной, еркеково-белоземельно-полынной, эфемероидно-псаммофитнокустарниковой растительностью на песках закрепленных и полужакрепленных с участием серо-бурых почв. Доминирующие виды ландшафтов относительно приподнятых равнин – денудационная цокольная слабонаклонная, расчлененная равнина, осложненная денудационными останцами, с выходами коренных пород, сложенная эффузивно-осадочными породами и плутонами допалеозоя и палеозоя с солянковой растительностью на серо-бурых малоразвитых среднесуглинистых почвах в комплексе с солонцами пустынными и денудационная цокольная наклонная, волнистая равнина, осложненная денудационными останцами, с выходами коренных пород и со-

рово-дефляционными понижениями, сложенная метаморфическими и эффузивно-осадочными породами, с полынно-солянковой растительностью на серо-бурых малоразвитых среднесуглинистых почвах в комплексе с солонцеватыми и солонцами пустынными.

В пределах зоны широко распространены антропогенные ландшафты: *сельскохозяйственные* (сильно измененные пастбища, деградировавшая пашня), *линейно техногенные* (ареалы влияния нефтепровода, газопровода, водовода, линии электропередачи), *селитебные* (населенные пункты), *лесохозяйственные* (древесно-кустарниковая растительность). Процессы деградации в ПТК представлены засолением и узлокальной импультверизацией, деградацией растительности, ветровой эрозией, узлокальным загрязнением атмосферного воздуха и почв.

Зона удовлетворительного состояния (II) занимает площадь 20344,3 км² (14,1 % всей площади) и характеризуется умеренной антропогенной перестройкой ландшафтов. Характер пространственного распространения негативных процессов преимущественно линейный или локально-мелкоплощадной, реже диффузный. Наиболее распространены пустынные ландшафты относительно приподнятых равнин, меньше – полупустынные низкогорные ландшафты.

Доминирующие виды пустынных ландшафтов относительно приподнятых равнин – денудационная пластовая слабовогнутая, слабоволнистая равнина, с редкими сорово-солончаковыми понижениями, сложенная эффузивно-осадочными породами, перекрытыми супесями и суглинками с эфемерово-солянковой и серополынно-боялычевой растительностью на серо-бурых суглинистых и тяжелосуглинистых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами пустынными и структурное слабонаклонное, слабоборасчлененное плато, сложенное глинами, песчаниками, песками с белоземельнополынно-чернобоялычевой с эфемероидами, тасбиюргуновой, биюргуновой, эфемерово-полынной растительностью на серо-бурых солонцеватых и такыровидных почвах. Доминирующие виды полупустынных низкогорных ландшафтов – низкогорье грядово-увалистое, крутосклонное, с новейшим эрозионным расчленением, с редкими выходами коренных пород, сложенное метаморфическими и эффузивно-осадочными толщами и плутонами допалеозоя и палеозоя с эфемероидно-полынно-ковыльной с участием кустарников растительностью на сероземах обыкновенных среднесуглинистых и низкогорье складчато-горстовое, сложенное порфиритами, туфами, песчаниками с типчаковой и ковыльно-

типчаковой растительностью с участием кустарников и луговой на горных сероземах и лугово-сероземных почвах.

В пределах зоны наиболее распространены антропогенные ландшафты: *сельскохозяйственные* (умеренно измененные пастбища, нарушенная пашня), *техногенные* (осваиваемые месторождения полезных ископаемых), *линейно техногенные* (ареалы воздействия линии электропередачи), *лесохозяйственные* (тугайная древесно-кустарниковая растительность), *селитебно-промышленные* (рабочие поселки, сельские населенные пункты). Процессы деградации в ПТК представлены водной и ветровой эрозией, засолением, деградацией растительности, деградацией пашни, загрязнением почвы, поверхностных и подземных вод.

Зона напряженного состояния (III) занимает площадь 31653,2 км² (22 % всей площади) и характеризуется высокой степенью антропогенной перестройки ландшафтов. Характер пространственного распространения негативных процессов преимущественно линейный и площадной. Наиболее распространены – полупустынные ландшафты относительно опущенных и относительно приподнятых равнин, меньше – горные полупустынные и степные ландшафты. Доминирующий вид ландшафтов относительно опущенных равнин – предгорная аллювиально-пролювиальная наклонная, слаборасчлененная равнина, сложенной лессовидными суглинками и галечниками с эфемерово-боялышево-полынной, эфемерово-злаково-полынной растительностью на сероземах обыкновенных среднесуглинистых и лугово-сероземных почвах. Доминирующие виды ландшафтов относительно приподнятых равнин – денудационная холмисто-увалистая равнина, осложненная сорово-солончаковыми понижениями, с выходами коренных пород, сложенная эффузивно-складчатými породами, местами перекрытыми суглинками, глинами, песками с серополынной, эфемерово-серополынной, боялышево-серополынной, кейреуково-серополынной растительностью на сероземах обыкновенных среднесуглинистых в сочетании с луговыми солонцеватыми почвами и солонцами пустынными. Доминирующие виды горных полупустынных и степных ландшафтов – низкогорье холмисто-увалистое, слаборасчлененное, сложенное осадочно-вулканогенными породами и гранитами с эфемерово-полынной, типчаковой и ковыльно-типчаковой растительностью с участием кустарников на горных сероземах среднесуглинистых и среднегорье грядово-гривовое, крутосклонное, расчлененное, с фрагментами древнего пенеплена, сложенное метаморфическими

эффузивно-складчатыми толщами с полынно-типчаковой с кустарниками, кустарниково-разнотравно-злаковой, эфемероидно-злаковой растительностью на горно-степных коричневых ксероморфных почвах с участием горных темно-каштановых почв.

В пределах зоны широко распространены антропогенные ландшафты: *техногенные и линейно-техногенные* (активно осваиваемые месторождения полезных ископаемых, нефтепровод, газопровод, водопровод, линии электропередачи, железные дороги, автомагистрали, дороги с твердым покрытием, грунтовые и проселочные дороги), *селитебно-промышленные* (города, рабочие поселки, сельские населенные пункты), *водохозяйственные* (ирригационная сеть, водохранилища), *сельскохозяйственные* (сильно измененные пастбища и деградировавшая пашня), *лесохозяйственные* (тугайная древесно-кустарниковая растительность). Процессы деградации ПТК – загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, ветровая и водная эрозия, засоление, импульверизация, подтопление и заболачивание, деградация растительности и пашни.

Результаты ландшафтно-экологической индикации состояния Жамбылской ПХС позволили разработать комплекс адресных природоохранных рекомендаций, ориентированных на снижение масштабов, темпов и скорости негативных антропогенно обусловленных процессов; устойчивое развитие территории с сохранением ее экологической целостности и ценности; учет особенностей региональной ландшафтной структуры; учет интенсивности, характера и тенденций хозяйственного освоения территории.

Ландшафтно-природоохранная зона первоочередного приоритета выделена в пределах пустынных и полупустынных ландшафтов относительно опущенной и относительно приподнятой равнин, долины р. Талас и Асса с интенсивным развитием горнодобывающего комплекса и химической промышленности.

Ландшафтно-природоохранная зона среднесрочного приоритета приурочена к ПТК долины р. Шу и пустынным ландшафтам относительно приподнятых равнин с очаговым развитием газодобычи, орошаемого земледелия и пастбищного животноводства.

Ландшафтно-природоохранная зона долговременного приоритета приурочена к пустынным ландшафтам относительно приподнятых и относительно опущенных равнин с незначительными по площади очагами хозяйственного использования земель, преимущественной линейно-техногенной узколокальной нагрузкой.

Для Жамбылской ПХС определены следующие направления деятельности, виды и содержание природоохранных мероприятий: охрана и рациональное использование пастбищ и сенокосов; мероприятия по улучшению состояния пашни; охрана древесно-кустарниковой и травянистой растительности, фитомелиоративные мероприятия; мероприятия по охране и рациональному использованию водных ресурсов; мероприятия по предупреждению загрязнения приземного атмосферного воздуха; мероприятия по предупреждению и ликвидации загрязнения почвенного покрова; мероприятия по борьбе с засолением; противоэрозионные мероприятия; мероприятия по предупреждению процессов заболачивания; мероприятия по предупреждению негативных последствий и предотвращению стихийных явлений; общие мероприятия для целей устойчивого развития сельских территорий; развитие и создание сети особо охраняемых природных территорий; организация ландшафтно-экологического мониторинга и проведение изыскательских и проектных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верещака Т.В., Добс А.Р. Методика комплексной картографической оценки экологического состояния территории по интегральным показателям // Геодезия и картография. – 1997. – № 4.
2. Геоэкологический анализ. Принципы, методы, опыт применения / Отв. ред. А.В. Беляев. – М.: РАН, Ин-т географии, 1995. – 281 с.
3. Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология / Пер. с англ. под ред. проф. Э.В. Тирусова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 527 с.
4. Кочуров Б.И., Розанов Л.Л. Разработка критериев и показателей оценки экологической обстановки территории // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: Обзорн. информ. – М.: ВИНТИ, 1994. – Вып. 5.
5. Ландшафты. Нагрузки. Нормы. - М.: ИГАН, 1990. – 156 с.
6. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощеков А.Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. – М.: Изд-во «Академический Проект», 2005. – 352 с.
7. Экологические модификации и критерии экологического нормирования // Труды Междунар. симпоз. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 384 с.
8. A Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation (GLASOD) // UNEP and ISRIC. The Netherlands: Wageningen, 1990.
9. Becker B. System Sustainability Assessment: A Review of Values, Concepts, and Methodological Approaches / Issues in Agriculture 10, CGIAR, The World Bank. United States: Washington, 1997. – pp. 63.

10. Regier H.A. Indicators of Ecosystem Integrity / Ecological Indicators, 2 vols., edited by D.H. McKenzie, D.E. Hyatt, and V.J. McDonald. Proceedings of the International Symposium on Ecological Indicators, October 16-19, 1990, Ft. Lauderdale, Florida. London and New York, Elsevier: 1992. – P. 183-200.

Институт географии МОН РК

**ЖАМБЫЛ ТАБИҒИ-ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮЙЕСІ ЖАЙ-КҮЙІНІҢ
ЛАНДШАФТЫҚ-ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ИНДИКАЦИЯСЫ**

Геогр. ғылым. канд. Р.В. Плохих

Қазақстанның табиғи-шаруашылық жүйелерін зерттеулерде ландшафтық-экологиялық индикация кеңінен дамымады. Мақалада қолданбалық мақсатта Жамбыл ТШЖ-ін ландшафтық-экологиялық индикаттаудың кейбір мүмкіндіктері қаралды және оның тәртібі көрсетілді.

УДК 628.19: 628.394

**АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО
ВЕЛИЧИНЕ КОМБИНАТОРНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ БУХТАРМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)**

Е.В. Куликова

Апробирована новая для Верхне-Иртышского бассейна методика оценки качества воды по величине комбинаторного индекса загрязнения. По результатам расчета индекса загрязнения воды Бухтарминского водохранилища сделан вывод о возможности использования методики в регионе для определения класса качества воды по гидрохимическим показателям.

Вода – важнейшая составляющая природной среды. Многообразие хозяйственной деятельности человека отражается на состоянии водных объектов. Загрязняющие вещества попадают в водоемы с промышленными и хозяйственными стоками, а также путем смыва загрязнителей с водосборных территорий. Состояние водных экосистем является показателем экологического здоровья региона. Достоверная оценка качественного состояния является залогом поддержания экологического благополучия водных экосистем.

В мировой практике существует множество методик для оценки состояния водных экосистем, с применением гидрохимических, гидробиологических показателей, комплексные методики с использованием гидрохимических и гидробиологических показателей, а также методики, в которых качество воды оценивается по состоянию различных групп животных (рыбы, земноводные, насекомые, и др.).

Методы и способы оценки качества поверхностных вод и степени их загрязненности по гидрохимическим показателям многочисленны и разнообразны. Это определяется задачами оценки, количеством и качеством исходной информации, способами обобщения аналитического материала и рядом других факторов. На территории СНГ наиболее часто используется метод сравнения значений показателей состава и свойств исследуемой воды с существующими нормативами. Также большое распространение получил метод расчета гидрохимического индекса загрязненности воды (ИЗВ).

Метод расчета комбинаторного индекса загрязненности разработан в 80-е годы прошлого столетия в Гидрохимическом институте

(г. Новочеркасск) группой исследователей, под руководством В.П. Емельяновой [1, 2]. Это метод интегральной оценки качества воды, по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения. В этом методе для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитываются баллы кратности превышения $ПДК_{ер} - K_i$, повторяемости случаев превышения – H_i , а также общий оценочный балл – S_i :

$$K_i = C_i / ПДК_i, \quad (1)$$

$$H_i = N_{ПДК_i} / N_i, \quad (2)$$

$$S_i = K_i \times H_i. \quad (3)$$

где C_i – концентрация в воде i -го ингредиента; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го ингредиента для водоемов рыбохозяйственного назначения; $N_{ПДК_i}$ – число случаев превышения $ПДК$ по i -ому ингредиенту; N_i – общее число измерений i -го ингредиента.

Комбинаторный индекс загрязненности ($КИЗ$) рассчитывается как сумма общих оценочных баллов всех учитываемых ингредиентов. По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается класс загрязненности воды. Этот метод сочетает дифференцированный и комплексный подход к оценке качества воды, именно поэтому данный метод и был выбран автором данной работы для апробации на водоемах Верхне-Иртышского бассейна.

Расчет комбинаторного индекса загрязненности проводился нами, начиная с 2004 г., на основании данных собственных исследований по Бухтарминскому водохранилищу. $КИЗ$ рассчитывался для водоема в целом за год, а также отдельно для каждой из частей водохранилищ. Расчет проводился по 13 ингредиентам – водородному показателю, растворенному кислороду, биологическому потреблению кислорода (нормируются по «Правилам охраны поверхностных вод» [4]), хлоридам, сульфатам, кальцию, магнию, аммонийному азоту, аммиаку, нитритам, нитратам, меди и цинку (нормируются по «Обобщенному перечню предельно допустимых концентраций ($ПДК$) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов» [3]).

Методика предполагает определение качества воды в два условных этапа. Результат первого этапа – обобщенные характеристики загрязнен-

ности по каждому из учитываемых ингредиентов, второго – отнесение воды водоема к классу качества на основании величины *КИЗ* и количества учитываемых ингредиентов.

Согласно первому этапу, выявлено, что для Бухтарминского водохранилища в целом свойственна загрязненность аммонийным азотом, которая от неустойчивой низкого уровня в 2004...2005 гг., повысилась до характерной среднего уровня в 2006 г. (табл. 1). Было отмечено наличие недостаточного количества кислорода от неустойчивого (2005 г.) до устойчивого (2004, 2006 гг.). Также отмечалась загрязненность нитритами, аммиаком, медью различной степени и уровня.

Таблица 1

Качество воды по обобщенным характеристикам загрязненности Бухтарминского водохранилища в 2004...2006 гг.

Часть водохранилища	Характеристика загрязненности воды
2004	
озерная	<i>XЗ НУ</i> по недостатку кислорода, <i>НЗ НУ</i> по аммонийному азоту, <i>УЗ НУ</i> по нитритам
озерно-речная	<i>УЗ НУ</i> по недостатку кислорода, <i>НЗ НУ</i> по аммонийному азоту и нитритам
горно-долинная	<i>XЗ НУ</i> по недостатку кислорода, меди и нитритам, <i>НЗ НУ</i> по аммонийному азоту
горная	<i>XЗ СУ</i> по меди
В целом	<i>УЗ НУ</i> по недостатку кислорода, <i>НЗ НУ</i> по аммонийному азоту, <i>XЗ НУ</i> по нитритам, <i>XЗ СУ</i> по меди
2005	
озерная	<i>НЗ НУ</i> по недостатку кислорода, БПК ₅ и аммонийному азоту
озерно-речная	<i>УЗ НУ</i> по недостатку кислорода, <i>НЗ НУ</i> по аммонийному азоту, нитритам и БПК ₅
горно-долинная	<i>НЗ НУ</i> по аммонийному азоту и БПК ₅
горная	<i>НЗ НУ</i> по недостатку кислорода, <i>XЗ НУ</i> по аммонийному азоту, <i>УЗ НУ</i> по БПК ₅
В целом	<i>НЗ НУ</i> по недостатку кислорода, БПК₅ и аммонийному азоту
2006	
озерная	<i>XЗ НУ</i> по недостатку кислорода, <i>XЗ СУ</i> по аммонийному азоту, <i>УЗ НУ</i> по меди, <i>НЗ НУ</i> по аммиаку
озерно-речная	<i>НЗ НУ</i> по недостатку кислорода, нитритам и аммиаку, <i>XЗ СУ</i> по аммонийному азоту
горно-долинная	<i>XЗ НУ</i> по аммонийному азоту и меди
горная	<i>XЗ СУ</i> по аммонийному азоту, <i>УЗ НУ</i> по меди и цинку, <i>НЗ НУ</i> по аммиаку
В целом	<i>УЗ НУ</i> по недостатку кислорода и меди, <i>XЗ СУ</i> по аммонийному азоту, <i>НЗ НУ</i> по нитритам и аммиаку

Примечание: ХЗ – характерная загрязненность; УЗ – устойчивая загрязненность; НЗ – неустойчивая загрязненность; ЕЗ – единичная загрязненность; НУ – низкий уровень загрязненности; СУ – средний уровень загрязненности.

Имелись отличия по составу и количественному соотношению загрязнений в различных частях водохранилища и по годам исследований. Для озерной и озерно-речной частей свойственно невысокое содержание кислорода. Повышенное и высокое содержание аммонийного азота и нитритов отмечалось по всем частям. В горно-долинной и горной части в 2004 и 2006 годах фиксировалось загрязнение медью. В 2005 г. наблюдалось повышение величины БПК₅ и отсутствие загрязнения медью, по сравнению с 2004 и 2006 годами. В 2006 г. наблюдалось загрязнение аммиаком во всех частях водоема, кроме горно-долинной. Также в 2006 г. было отмечено загрязнение цинком (горная часть), которого в предыдущие годы не отмечалось.

По результатам второго этапа, вода Бухтарминского водохранилища в 2004 и 2006 гг. относилась к III классу – «загрязненная вода», разряду а) – «весьма загрязненная вода»; в 2005 г. – к II классу – «слабо загрязненная вода» (табл. 2). Озерная и озерно-речная части водохранилища из «слабо загрязненных вод» в 2004 г. перешли в класс «загрязненных» в 2006 г. Горно-долинная часть является наименее загрязненной на протяжении последних трех лет, а горная часть, наоборот, самой загрязненной (класс «загрязненных вод» в 2004 и 2006 гг.).

Таблица 2

Качество воды по комбинаторному индексу загрязненности
Бухтарминского водохранилища в 2004...2006 гг.

Часть водохранилища	КИЗ	Класс и разряд качества воды	Характеристика состояния загрязненности воды
2004			
озерная	17	II	слабо загрязненная
озерно-речная	14	II	слабо загрязненная
горно-долинная	23	II	слабо загрязненная
горная	27	IIIa	весьма загрязненная
В целом:	26	IIIa	весьма загрязненная
2005			
озерная	16	II	слабо загрязненная
озерно-речная	18	II	слабо загрязненная
горно-долинная	15	II	слабо загрязненная
горная	19	II	слабо загрязненная
В целом:	16	II	слабо загрязненная
2006			
озерная	26	IIIa	весьма загрязненная
озерно-речная	23	IIIa	весьма загрязненная

горно-долинная	19		слабо загрязненная
горная	25	Ша	весьма загрязненная
В целом:	26	Ша	весьма загрязненная

В целом можно сказать следующее: характеристика состояния загрязненности по отдельным ингредиентам на первом этапе получается достоверной, отражая качественное состояние воды по гидрохимическим показателям; отнесение к классам на втором этапе вполне объективно.

Таким образом, апробированная методика определения качества воды по величине комбинаторного индекса загрязнения может использоваться в водоемах Верхне-Иртышского бассейна для определения класса качества воды по гидрохимическим показателям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Колесникова Т.Х. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям // Гидрологические материалы. – 1983. – Т. 88. – С. 120-129.
2. Никаноров А.М., Емельянова В.П. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши // Водные ресурсы. – 2005. – Т.32. – № 1. – С. 61-69.
3. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов: Утв. Нач. Главрыбвода Минрыбхоза СССР В.А.Измайловым 09.08.90. – М., 1990. – 46 с.
4. Правила охраны поверхностных вод Республики Казахстан: Утв. Мин. Экологии и биоресурсов РК 14.06.94. прот. №13. – Алма-Ата, 1994. – 20 с.

РГП «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» Алтайский филиал

СУ САПА БАҒАЛАУ ӘДІС МАҚЫЛДАУЫ ЛАСТЫҚ ҚИЫСТЫРУ КӨРСЕТКІШІ МӨЛШЕРІМЕН (БҰҚТЫРМА СУ ҚОЙМАСЫ ҰЛГІСІНДЕ)

Е.В. Куликова

Ластану көрсеткіш комбинаторлық мүшелерімен су сапа анықтама әдістемесі Жоғарғы-Ертіс бассейнге арналған жаңа маққылданған. Гидрохимиялық көрсеткіштермен су сапалары көрсеткіш есеп-қисабы нәтижелерімен су ластанулары су қоймасы Бұқтырма сынып анақтамасына арналған аймақ әдістеме қолдануы мүмкіншілігі туралы шығару істелген.

УДК 631.95:631.587

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Канд. техн. наук

С.Д. Магай

Канд. с.-х. наук

Ф.Ф. Вышпольский

По материалам собственных исследований и литературным источникам приведены экологические основы снижения техногенного воздействия агроэкосистем на природную среду.

До настоящего времени основное внимание сельхозпроизводителей, занятых в орошаемой земледелии, было направлено на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и связанных с этим мелиоративных мероприятий. Однако мелиоративная идеология должна быть в равной степени направлена и на сохранение и воспроизводство плодородия почв при экономном расходовании водных ресурсов и стабилизацию эколого-мелиоративной обстановки на агроэкосистемах и окружающих их территориях. Для этого работу гидромелиоративных систем следует оценивать по комплексу показателей, характеризующих требования к регулируемым факторам почвообразования и развития растений, то есть агроэкосистема должна обеспечивать выполнение требований оптимального мелиоративного режима [1].

Вместе с тем до настоящего времени не уделяется должного внимания влиянию водных мелиораций на почвы и природную среду. Уместно напомнить, что еще основоположник «советской» мелиоративной науки академик А.Н. Костяков писал: «основная задача мелиорации земель – управление биологическим и геологическим круговоротами воды и химических веществ», которые совпадают по направлению, но отличаются по скорости. Для повышения продуктивности почв и не допущения ухудшения окружающей среды необходимо усиление биологического и замедление геологического круговоротов воды и питательных веществ [5]. Возможность управления круговоротами основана на целостном описании природных процессов [1, 5]. При этом мелиоративные мероприятия и агротехнические приемы должны рассматриваться в комплексе.

Как правило, благоприятный эколого-мелиоративный режим почв наблюдается на орошаемых землях, расположенных в предгорных райо-

нах, где степень нарушения природного равновесия, что неизбежно при орошении, не изменяет направленности общего потока водорастворимых солей, сформировавшейся в естественных условиях.

При удалении от предгорных районов условия подземного оттока ухудшаются, а геологические запасы солей возрастают. При этом на гидромелиоративных системах меняется направление естественной миграции минеральных соединений в системе «почва-грунтовые воды» и усиливаются процессы соленакопления в геосистемах, так как превышение вертикальной скорости потока грунтовых вод над горизонтальной приводит к их подъему и засолению орошаемой территории. Поэтому снижение техногенной нагрузки на природную среду целесообразно решать за счет технического перевооружения гидромелиоративных систем, внутрисистемного использования отработанных вод, субиригации, применения инновационных технологий орошения, позволяющих сократить до минимума потери оросительных вод на фильтрацию и вынос гумуса и подвижных форм питательных элементов из корнеобитаемой зоны.

Критерием сохранения естественного режима почвообразования и направленности мелиоративных процессов на орошаемых массивах можно считать отношение между собой приходных (фильтрационные потери в оросительной сети и на полях орошения, подземный приток) и расходных (дренажный сток и подземный отток) составляющих баланса грунтовых вод гидромелиоративной системы, которое в идеальном варианте должно равняться единице. На системах, где это отношение меньше единицы сохраняется направленность миграционных процессов, а уровень техногенного воздействия орошения на природную среду не превышает порога экологической безопасности их функционирования. Воспроизводство и сохранение плодородия почв здесь можно обеспечить за счет соблюдения севооборотов и увеличения посевов многолетних трав, внесения органических удобрений и внедрения ресурсосберегающих технологий орошения.

На орошаемых массивах, где это отношение больше единицы снизить техногенное воздействие орошения на природную среду позволяют дренажные системы, которые обязаны усиливать полезные для сельскохозяйственного производства природные процессы, обеспечивая требования возделываемых культур к мелиоративному режиму почв, выражающиеся, как минимум, тремя показателями – уровнем залегания грунтовых вод от дневной поверхности, пределами изменения влажности и допустимым содержанием токсичных солей в активном слое, и стабилизировать экологи-

мелиоративную обстановку на орошаемых землях при минимальных объемах отвода дренажных вод за пределы гидромелиоративной системы [6].

Указанные требования достигаются при внедрении ресурсосберегающих технологии орошения и соблюдения основных законов земледелия и растениеводства: незаменимости факторов жизни растений (тепло, вода, свет и др.), ограничивающего фактора (урожайность), оптимума (оптимальные соотношения между факторами жизни растений), плодосменности (чередование культур в пространстве и времени) и возврата, когда удобрения компенсируют отчуждение питательных элементов и восстанавливают плодородие почв. Немаловажную роль для оптимизации мелиоративных процессов и режимов играют и размеры орошаемых массивов, оптимальность которых устанавливается дифференцированно в зависимости от геоморфологических и почвенно-гидрогеологических условий.

Оптимизация мелиоративных режимов должна осуществляться при минимальных затратах оросительной воды и поддержании уровня грунтовых вод на глубине, предотвращающей засоление (или реставрацию содержания солей) активного слоя почвогрунтов [4]. Уровень дренированности орошаемого поля при этом должен сокращать до минимума вымывание питательных элементов из корнеобитаемой зоны и вынос токсичных солей за пределы орошаемой территории, то есть режим работы дренажной системы должен быть строго увязан с технологией орошения возделываемых сельскохозяйственных культур и природными условиями (рисунок).

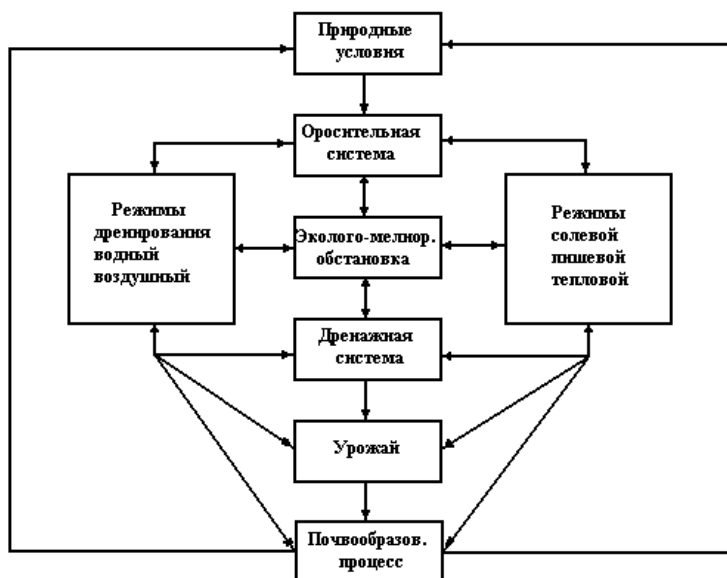


Рис. Схема функционирования агроэкосистемы.

Таким образом, размеры орошаемых территорий, уровень их естественной дренированности, степень засоления почвогрунтов зоны аэрации и грунтовых вод, с одной стороны, и производительность дренажных систем, с другой, определяют методы оптимизации мелиоративных режимов почв и снижения техногенного воздействия агроэкосистем на природную среду. На современном этапе развития орошаемого земледелия, когда у сельхозпроизводителей практически отсутствуют средства на техническое перевооружение мелиоративных систем и их надлежащую эксплуатацию, совершенствование технологических процессов должно осуществляться на основе максимального снижения скорости потока влаги и повышения равномерности ее проникновения в глубинные горизонты почв.

При поверхностном (основном до настоящего времени) способе орошения лучшим образом это достигается при поливах: – переменной струей, когда ее расход в борозды максимально адекватен впитывающей способности почвогрунтов орошаемого участка или импульсном и капельном, когда периодичность увлажнения почв борозд снижает и выравнивает скорость потока влаги в зоне аэрации. Однако здесь следует отметить, что выбор технологии орошения определяется наличием водных ресурсов и экономическими возможностями хозяйствующих субъектов.

Система капельного орошения, которую построили израильтяне на площади 4,75 км² в ауле «Старый Икан» зоны Арысь-Туркестанского канала, в конструктивном отношении состояла из насосных станций, очистных сооружений, водо-распределительной сети, уложенной под землей, гидрантов, гибких трубок с капельницами через междурядье, гидроподкормщиков для внесения минеральных удобрений с водой, датчиков влажности почв для определения доступных запасов влаги на полях орошения. Автоматизация системы полива, внесения минеральных удобрений обеспечивала оптимизацию водного и пищевого режима почв. Уменьшение уровня механического воздействия на почвы за счет сокращения междурядных обработок (культиваций, нарезки борозд) повышало устойчивость агрономической структуры почвы, замедляло темпы разрушения и выноса органических веществ [2].

Сравнительный анализ технологий полива по бороздам, через борозду и капельного орошения показал, что ожидаемые (прогнозные) показатели по снижению затрат воды на получение единицы продукции (в 2...3 раза) при последней технологии относительно полива по бороздам не были получены. При расчетах удельных затрат воды использовали оши-

бочную для доказательства базу сравнения: оросительную норму поля при капельном орошении сравнивали с удельным водозабором, а не с оросительной нормой прилегающего поля, где применяли полив по бороздам или через борозду. Это подтверждается нижеприведенными данными, из которых следует, что система капельного орошения располагалась на почвах гидроморфного ряда, где грунтовые воды активно участвуют в субиригации, а их формирование всецело зависит от размеров фильтрационных потерь в оросительной сети и на полях орошения (таблица). Недоучет участия грунтовых вод в субиригации породил иллюзию о возможности значительного сокращения расхода воды на производство единицы продукции даже без реконструкции оросительной сети. Однако анализ использования воды на орошаемых землях аула «Старый Икан» показал, что за многолетний период в хозяйство поступало от 5,0 до 8,6 тыс. м³/га воды, а система капельного орошения использовала около 3,7 тыс. м³/га. С учетом коэффициента полезного действия (КПД) внутрихозяйственной оросительной сети (0,7) величина оросительной нормы при капельном орошении соответствовала 5,3 тыс. м³/га.

Таблица

Оросительная норма и водозабор при различных технологиях орошения, тыс. м³/га

Глубина залегания грунтовых вод, м	КПД внутрихозяйственной оросительной сети					
	0,70			0,95		
	по бороздам	через борозду	капельное	по бороздам	через борозду	капельное
1,0...2,3	4,5/6,4	3,9/5,6	3,5/5,0	4,5/4,7	3,9/4,1	3,5/3,7
1,3...2,7	5,0/7,1	4,4/6,3	3,9/5,6	5,0/5,3	4,4/4,6	3,9/4,1

Примечание: числитель – оросительная норма брутто поля, знаменатель – водозабор во внутрихозяйственную оросительную сеть.

Относительно средневзвешенного показателя по водозабору (около 7,0 тыс. м³/га) она снижалась на 25 % и реально отражала возможности по сокращению расхода воды на получение единицы продукции при переходе от бороздкового полива к капельному орошению. В случае строительства закрытых водоводов и использования системы капельного орошения можно снизить размеры головного водозабора в два и более раза [3]. Следовательно, без технического перевооружения оросительной сети внедрение ресурсосберегающих технологий орошения не обеспечит значительного сокращения норм водопотребления и водоотведения, которыми определяются темпы деградации почвенных и водных ресурсов.

Таким образом, снижение техногенной нагрузки и восстановление нарушенных почв агроэкосистем должно быть, главным образом, ориентированно на научно-обоснованные ресурсосберегающие технологии, которые в свою очередь должны определять стратегию улучшения окружающей среды обитания людей природы [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: Агропромиздат, 1990. – 59с.
2. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технологии водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз, 2005. – 162 с.
3. Духовный В.А. Капельное орошение и препятствия // Сб. научных трудов САНИИРИ. – Ташкент, 1995. – С. 3-12.
4. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. – М.: Колос, 1976. – 271 с.
5. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 622с.
6. Магай С.Д., Раймбаев К.Т. Методические рекомендации по обоснованию режима работы дренажных систем на орошаемых землях / Одобрены и рекомендованы к изданию НАЦАИ (протокол №1 от 22.02.2001 г.) и КазНИИВХ (протокол №3 от 9.06.2000 г.). – Тараз, 2001. – 21 с.
7. Мустафаев Ж.С., Сагаев А.В., Калменова Г. Экологические проблемы реконструкции засоленных и техногенных нарушенных почв в системе природопользования // Гидрометеорология и экология. – 2004, №2. – С. 126-134.

Научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз

АГРОЭКОЖҮЙЕНІҢ ТАБИҒИ ОРТАҒА ТЕХНОГЕНДІК ӘСЕРІНІҢ ТӨМЕНДЕУІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Техн. ғылым. канд.

С.Д. Магай

Ауылшар. ғылым. канд.

Ф.Ф. Вышпольский

Жүргізілген зерттеулер мен әдебиет көздерінен алынған мәліметтер бойынша агроэкожүйенің табиғи ортаға тигізетін техногендік әсерінің төмендеуінің экологиялық негіздері келтірілген.

УДК 551.582.2

**О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ГУМБЕЛЯ К АППРОКСИМАЦИИ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕЙ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ
ВОЗДУХА И СУТОЧНЫХ МАКСИМУМОВ ОСАДКОВ**

К.Т. Елеуова

Исследованы ряды наблюдений средней максимальной температуры воздуха и суточных максимальных осадков на возможность применения метода Гумбеля в вероятностных прогнозах. Выполнена оценка согласия эмпирических рядов с теоретическим распределением Гумбеля по критериям Пирсона и Колмогорова.

Одним из основных приемов климатологической обработки генеральной совокупности метеорологических наблюдений является представление эмпирического материала в виде теоретической функции распределения. В результате расчет климатических показателей можно выполнять на основе аппроксимации распределений метеорологических элементов теми или иными теоретическими функциями распределений. Простейшие функции распределения типа нормального, Пуассона, логнормального, гамма-функций применимы к распределениям значений случайной величины в выборке. Для расчета максимальных (минимальных) значений метеорологических элементов с определенным уровнем вероятности существует три типа асимптотических (предельных) распределений, описывающих распределение крайних членов выборки, подробно изученных Э.И. Гумбелем. Предельное распределение используется для расчета максимальных (минимальных) значений метеорологических элементов с определенным уровнем вероятности.

В данной работе исследованы ряды наблюдений средней максимальной температуры воздуха и суточные максимумы осадков для получения вероятностных характеристик метеорологических элементов редкой повторяемости по методу Гумбеля, рекомендованного климатологами Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова (Россия, Санкт-Петербург) [1].

Цель данной работы – исследование по оценкам согласия соответствия эмпирических рядов теоретическим распределениям. В основу методики расчета вероятностных величин положено первое предельное распределение, называемое двойным экспоненциальным распределением [3]:

$$F(x) = \exp(-e^{-y}), \quad (1)$$

или

$$P(x \geq x_0) = 1 - e^{-e^{-y}}. \quad (2)$$

Связь между y и x_0 задается формулами:

$$y = \frac{\sigma_n}{\sigma_x} (x_0 - \bar{x}) + y_n, \quad (3)$$

$$x_0 = \bar{x} + \frac{\sigma_x}{\sigma_n} (y - y_n), \quad (4)$$

где \bar{x} и σ_x^2 – среднее и дисперсия ряда максимумов случайной величины; \bar{y}_n и σ_n – среднее и среднее квадратическое отклонение ряда вспомогательной величины.

Значения \bar{y}_n и σ_n , которые зависят от длины ряда, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения \bar{y}_n и σ_n в зависимости от длины ряда

n	\bar{y}_n	σ_n	n	\bar{y}_n	σ_n
10	0,4952	0,9497	19	0,5220	1,0565
11	0,4996	0,9676	20	0,5236	1,0626
12	0,5085	0,9833	21	0,5252	1,0796
13	0,5070	0,9972	22	0,5268	1,0754
14	0,5100	1,0095	23	0,5283	1,0811
15	0,5128	1,0206	24	0,5296	1,0864
16	0,5157	1,0316	25	0,5309	1,0914
17	0,5181	1,0411	80	0,5569	1,1938
18	0,5202	1,0493	100	0,5600	1,2065

После преобразования формулы (1) в работе для получения исследуемой величины возможной в 10, 20, 50, 100 лет используется следующая формула:

$$T = t + \frac{\sigma}{\sigma_n} \left\{ -\ln[-\ln F(T > x)] - \bar{y}_n \right\}, \quad (5)$$

$$F(t > x) = 1 - 1/T', \quad (6)$$

где T – значение элемента, возможное 1 раз в 10, 50, 100 лет; t – среднее значение годового максимума исследуемого элемента; σ – среднее квадратиче-

ское отклонение годового максимума; σ_n и \bar{y}_n – параметры, зависящие от длины исходных рядов N ; $F(t > x)$ – величина, связанная с периодом повторения 1 раз в N лет; T' – период повторения, например: 10, 50, 100 лет.

В процессе исследования использованы данные средних годовых максимумов температуры воздуха и суточных максимальных осадков по 74 станциям за период наблюдений 1936...2005 гг. и стандартное квадратическое отклонение (σ) исследуемых метеорологических элементов. Обработан материал по вышеуказанным станциям в следующей последовательности:

1. Расчет среднего арифметического из совокупности годовых максимумов.
2. Расчет стандартного отклонения годовых максимумов.
3. Выбор σ_n и \bar{y}_n для заданной продолжительности ряда в табл. 1.
4. Расчет $\ln(1-1/10)$, где число 10 – это заданный период для нахождения расчетной величины возможной 1 раз в 10 лет, соответственно 1 раз в 20 лет – $\ln(1-1/20)$; 1 раз в 50 лет – $\ln(1-1/50)$; 1 раз в 100 лет – $\ln(1-1/100)$ и так далее.

Подставив в формулу (5) известные и найденные значения, были рассчитаны значения метеорологической величины возможной 1 раз в 10, 50, 100, 1000 лет. В табл. 2 представлены редкие события, возможные 1 раз в N лет по средней годовой максимальной температуре воздуха, табл. 3 – по максимальному суточному количеству осадков.

Таблица 2

Вероятностные значения средней годовой максимальной температуры воздуха (°C), рассчитанные по методу Гумбеля

Станция	Температура воздуха максимальная один раз			
	10 лет	30 лет	50 лет	100 лет
Петропавловск	8,3	9,3	9,8	10,5
Астана	9,8	11,0	11,5	12,2
Атырау	16,2	17,2	17,7	18,3
Караганда	10,5	11,6	12,0	12,7
Усть-Каменогорск	11,6	12,8	13,4	14,2
Катон-Карагай	9,6	10,7	11,2	11,9
Кокпекты	9,9	10,9	11,4	12,1
Аральское Море	15,4	16,7	17,3	18,2
Есик (Иссык)	15,9	16,8	17,2	17,8

Таким образом, распределение Гумбеля легло в основу аппроксимации эмпирических распределений средних годовых максимальных тем-

ператур воздуха и максимальных суточных осадков. Выполнены работы и произведен анализ согласованности эмпирического и теоретического распределений. Естественно, что между эмпирическими и теоретическими рядами распределений всегда будет расхождение. В качестве примера приводятся два случая распределения суточных максимальных осадков на М Урджар, где распределения хорошо согласованы на 10 % уровне (рис. 1) и на М Эмба, где распределения не согласованы (рис. 2).

Таблица 3

Вероятностные значения суточного максимального количества осадков, рассчитанные по методу Гумбеля, (мм)

Станция	Суточные максимальные суммы осадков один раз			
	10 лет	30 лет	50 лет	100 лет
Петропавловск	46,9	58,9	64,4	71,7
Торгай	41,7	54,1	60,1	68,3
Астана	45,7	58,0	63,6	71,3
Павлодар	42,5	56,8	62,8	70,9
Мартук	42,1	52,6	57,4	63,9
Эмба	40,1	51,0	56,4	63,6
Бектауата	28,3	34,8	37,9	42,1
Усть-Каменогорск	46,5	58,5	64,0	71,4
Урджар	49,0	59,6	64,4	70,9
Кызылорда	26,0	33,0	36,2	40,5
Туркестан	30,5	38,4	42,1	47,0
Арысь	40,7	51,9	57,1	64,0
Алма-Ата, ОГМС	54,2	64,5	69,2	75,6

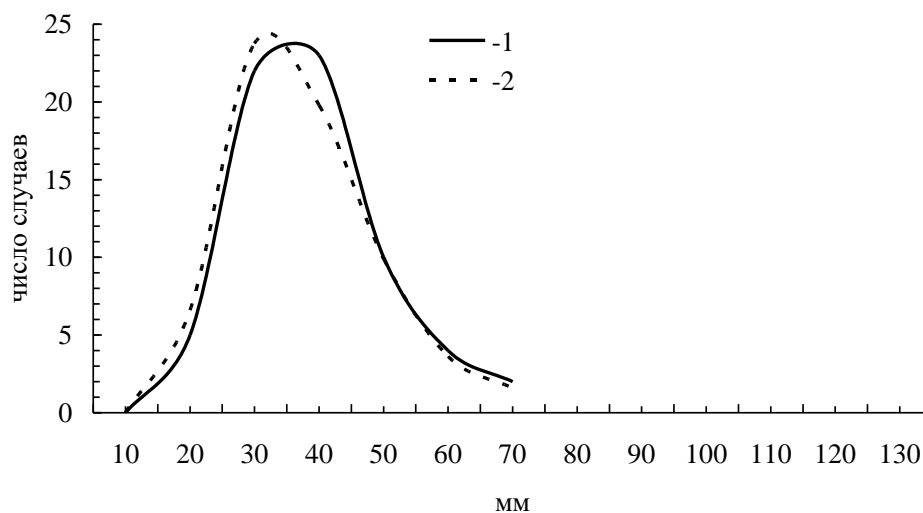


Рис. 1. Выравнивание эмпирического ряда суточных максимумов осадков распределением Гумбеля (М Урджар). 1 – эмпирический ряд; 2 – распределение Гумбеля.

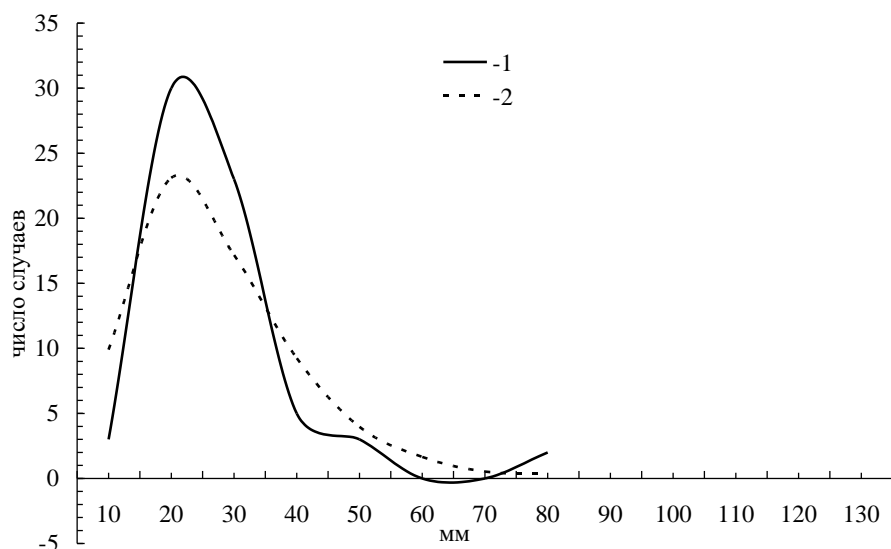


Рис. 2. Выравнивание эмпирического ряда суточных максимумов осадков распределением Гумбеля (М Эмба). 1 – эмпирический ряд; 2 – распределение Гумбеля

Вследствие того, что эмпирическая кривая распределения получается на основе ограниченного числа наблюдений, затруднительно судить объективно о законе, которому подчиняется распределение генеральной совокупности значений изучаемой величины. Однако, существует ряд критериев согласия, основанных на изучении распределения различным образом составленной мерой расхождения [1]. Хотя ни один из критериев не может рассматриваться как достаточный, так как в основе лежит условно установленная мера расхождения и известная условность в оценки практически невозможных событий. Поэтому обычно рекомендуют производить оценку, по крайней мере, по двум критериям согласия. В практике наиболее широко применяются критерии Пирсона и А.Н. Колмогорова, которые и использованы в данной работе.

Средняя годовая максимальная температура воздуха

Оценка соответствия эмпирического и теоретического распределения по рядам средней годовой максимальной температуры воздуха была произведена в следующем порядке:

- расчет коэффициентов асимметрии (A_s) по 74 станциям,
- выбор 9 станций с учетом асимметричности эмпирического распределения,
- ранжирование рядов средней годовой максимальной температуры воздуха с построением кривой эмпирического распределения на вероятностной клетчатке, где ось ординат имеет равномерную шкалу,
- нанесение на вероятностную клетчатку расчетных значений параметров, полученных по методу Гумбеля,
- построение кривой теоретического и эмпирического распределений,
- расчет коэффициентов согласия Колмогорова и Пирсона между эмпирическим и теоретическим распределениями,
- расчет критерия согласия λ выбиралось в интервале максимального расхождения, где наблюдалась наибольшая повторяемость числа случаев.

Первоначально были выполнены расчеты и произведен анализ коэффициентов асимметрии по 74 станциям, который показал:

- в 84 % случаев наблюдалась отрицательная асимметричность, в 16 % случаев положительная,
- большая асимметричность составила 4 % случаев,
- умеренная асимметричность составила 20 % случаев,
- малая асимметричность наблюдалась в 76 % случаев,
- большая и умеренная асимметричность была только отрицательная,
- малая асимметрия в 20 % случаев была положительная и в 80 % – отрицательная.

Из обработанных станций выбраны девять станций в зависимости от места расположения станции и коэффициента асимметрии средней годовой максимальной температуры воздуха, которые представлены табл. 4. Затем ряды средней годовой максимальной температуры воздуха по выбранным станциям были упорядочены по возрастающим значениям, рассчитаны вероятности по формуле:

$$P_i = \frac{m_i}{(n+1)}, \quad (7)$$

где m_i – порядковый номер члена ранжированного ряда, n – общее число членов ряда.

Рассчитанные эмпирические вероятности наносились на вероятностную клетчатку для нормального распределения. Затем вручную проводилась сглаживающая кривая линия – график функции эмпирического

распределения. Временные ряды средней максимальной температуры воздуха хорошо описываются нормальной кривой. Это было проверено путем введения новой переменной t по рядам средней годовой максимальной температуры воздуха по выбранным 9 станциям, где

$$t = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sigma}. \quad (8)$$

Получено, что $\sum_{i=1}^n t_i = 0$, $\sigma_t = 1,0$.

Таблица 4

Коэффициент асимметрии (A_s) средней годовой максимальной температуры воздуха

Станция	Характеристика асимметричности	A_s	
		градация	величина
Усть-Каменогорск Кокпекты	большая отрицательная	$ A_s > 0,50$	-0,54
			-0,52
Караганда Есик	умеренная отрицательная	$0,25 < A_s \leq 0,50$	-0,33
			-0,39
Атырау Астана	малая отрицательная	$ A_s \leq 0,25$	-0,17
			-0,16
Аральское Море Катон-Карагай Петропавловск	малая положительная	$ A_s \leq 0,25$	+0,21
			+0,15
			+0,04

На клетчатку с данными эмпирической вероятности по ранжированному ряду средней годовой максимальной температуры были нанесены расчетные значения средней максимальной температуры воздуха по распределению Гумбеля, возможные 1 раз в 10 лет, 20, 50 и т.д. лет.

Критерий согласия А.Н. Колмогорова (λ)

В качестве меры расхождения А.Н. Колмогоров предложил величину – критерий согласия Колмогорова λ .

$$\lambda = D\sqrt{n}, \quad (9)$$

где n – объём совокупности (длина ряда); D – верхняя граница: наибольшее значение стандартного отклонения $\sigma(x_i)$, выбранного по графику на вероятностной сетчатке.

Трем пороговым значениям доверительной вероятности 0,95; 0,99 и 0,999 соответствуют критические значения $\lambda = 1,36; 1,63; 1,95$. Для определения λ не надо определять число степеней свободы. Нулевая гипотеза не отвергается, и расхождения между сопоставляемыми частотами

считаются случайными, если критерий не превосходит своего критического значения для принятого порога доверительной вероятности [4]. Расчеты показали, что критерий согласия λ эмпирического распределения средней годовой максимальной температуры воздуха по всем исследуемым станциям не достигают уровня значимости 1 %, для которых $\lambda = 1,63$ (табл. 5). Причем на 5 % уровне значимости распределения хорошо согласуются на станции: Атырау, Астана, Аральское Море, Катон-Карагай, Петропавловск, где отмечается малая асимметрия эмпирического распределения: $|As| \leq 0,25$. На 1 % уровне значимости распределения согласуются на станции Усть-Каменогорск, Кокпекты, Караганда, Есик, где умеренная и большая асимметрия: $|As| \geq 0,25$. Однако, поскольку при оценке параметров генеральной совокупности по результатам выборочных наблюдений, как правило, принимается 5 % уровень значимости, то можно отметить следующее, что между эмпирическим и теоретическим распределением существует лишь хорошее согласие по тем распределениям, где отмечается малая асимметричность, при умеренной и большой асимметричности согласование несколько хуже.

Таблица 5

Критерий согласия А.Н. Колмогорова, λ

Станция	As	Характеристика асимметричности	n	D, °C	λ
Усть-Каменогорск	-0,54	<i>большая левосторонняя</i>	69	0,19	1,578
Кокпекты	-0,52	<i>большая левосторонняя</i>	54	0,20	1,470
Караганда	-0,33	<i>умеренная левосторонняя</i>	67	0,19	1,555
Есик	-0,39	<i>умеренная левосторонняя</i>	63	0,20	1,587
Атырау	-0,17	<i>малая левосторонняя</i>	68	0,15	1,237
Астана	-0,16	<i>малая левосторонняя</i>	65	0,18	1,451
Аральское Море	0,21	<i>малая правосторонняя</i>	69	0,18	1,495
Катон-Карагай	0,15	<i>малая правосторонняя</i>	65	0,05	0,403
Петропавловск	0,04	<i>малая правосторонняя</i>	67	0,15	1,228

Критерий согласия Пирсона (χ^2)

Мера согласованности эмпирического и теоретического рядов по Пирсону рассчитывалась по формуле:

$$\chi^2 = \frac{\sum (n_j - \bar{n}_j)^2}{n_j}, \quad (10)$$

где n_j – наблюдаемые частоты, \bar{n}_j – выровненные частоты.

Из этого выражения следует, что полное совпадение эмпирических и теоретических частот при $(n_j - \bar{n}_j)^2 = 0$. В противном случае, чем больше эта величина, тем больше расхождение между указанными частотами. Применение критерия $P(\chi^2)$ связано с определением областей возможных значений χ^2 . При этом одна область соответствует значимым χ^2 , обусловленным действием каких-либо реально существующих событий, другая же сформирована под влиянием чисто случайных факторов [1]. Применение этого критерия более оправдано для длинных рядов выборочной совокупности, когда ни одна из разрядных частот не будет мала. При нахождении этого критерия важно правильно определить число степеней свободы. При сравнении опытного ряда и теоретического ряда частот, вычисленных по нормальному закону распределения, где параметрами распределения являются среднее и сигма, вычисленные по исследуемому эмпирическому ряду, число степеней свободы равно:

$$g = s - 1 - l, \quad (11)$$

где g – число степеней свободы, l – число дополнительных связей (\bar{x} и σ), s – число градаций.

Сравнивая вычисленный критерий Пирсона χ^2 с χ_0^2 , который рассчитан для разных уровней значимости с учетом числа степеней свободы [4], можно сделать выводы о случайности или существенности расхождений, так как значения удовлетворяющие условию $\chi^2 > \chi_0^2$ имеют достаточно малую вероятность.

Критерий согласия Пирсона по рядам средней годовой максимальной температуры воздуха, χ^2 показал, что на 5 % уровне значимости эмпирическое и теоретическое распределения хорошо согласуются на станциях Усть-Каменогорск, Аральское Море, Петропавловск, где коэффициенты асимметрии находятся в различных пределах (табл. 6). На 1 % уровне значимости эмпирическое и теоретическое распределения хорошо согласуются на станциях Катон-Карагай (малая асимметрия) и на 0,1 % уровне значимости согласуются все станции кроме Кокпекты (большая асимметрия) и Есик (умеренная асимметрия).

На основании этого можно сделать выводы о том, что коэффициент асимметрии эмпирического ряда в данном случае не определяет результат.

Эмпирическое распределение средней годовой максимальной температуры воздуха на станциях Усть-Каменогорск, Караганда, Атырау, Астана, Аральское Море, Катон-Карагай, Петропавловск удовлетворительно согласуется с распределением Гумбеля, а эмпирическое распределение средней годовой максимальной температуры воздуха на станциях Кокпекты, Есик плохо согласуется с теоретическим распределением Гумбеля.

Суточные максимальные осадки

Для оценки аппроксимации эмпирических рядов суточного максимума осадков были произведены такие же действия и в том же порядке, как и по рядам средней максимальной годовой температуры воздуха. В основу анализа был взят материал по 13 станциям, станции выбраны с учетом коэффициента асимметрии (табл. 7).

Таблица 7

Характеристика асимметричности исследуемых станций по суточным максимальным осадкам

Станция	Характеристика асимметричности	A_s	
		градация	величина
Арысь	большая положительная	$ A_s > 0,50$	2,88
Кзылорда			2,25
Торгай			2,69
Туркестан			2,92
Эмба			2,18
Мартук			0,82
Бектауата			0,92
Астана			1,91
Петропавловск			1,21
Усть-Каменогорск			2,50
Павлодар			1,95
Алматы			1,13
Урджар	умеренная положительная	$0,25 < A_s \leq 0,50$	0,32

Временные ряды суточного максимума осадков были упорядочены по возрастающим значениям, вероятность рассчитана по формуле:

$$P_i = \frac{(m_i - 0,3)}{(n + 0,4)}, \quad (12)$$

где m_i – порядковый номер члена ранжированного ряда, n – общее число членов.

Расчеты показали, что для суточного максимума осадков характерны большие положительные правосторонние асимметрии (Табл. 8). На 5 % уровне значимости хорошо согласуются центральные части распределения на станциях Кзылорда, Мартук, Бектауата, Астана, Петропавловск, Усть-Каменогорск, Урджар, Алматы. Все остальные станции хорошо согласуются на уровне значимости 1 %, кроме станции Арысь, где выравнивание эмпирического распределения методом Гумбеля не совсем целесообразно и необходим подбор другого теоретического распределения, например методом Джелкинсона, который также аппроксимирует экстремумы [4].

Критерий согласия Пирсона (χ^2)

По критерию Пирсона (табл. 9) можно судить о том, что на 5...10 % уровне значимости хорошо согласуются распределения суточного годового максимума осадков на станциях Мартук, Бектауата, Астана, Петропавловск, Урджар, Алматы. На 1% уровне значимости согласуются распределения на станциях Кзылорда, Торгай, Урджар. На 0,1 % уровне значимости согласуются распределения на всех станциях кроме Эмбы. Выравнивание по методу Гумбеля для суточных максимальных осадков отмечает хорошие результаты по многим станциям на высоком уровне значимости (5...10 %).

Таким образом, эмпирические ряды средней максимальной температуры воздуха и суточного максимума осадков показали, что критерий согласия Пирсона χ^2 лучше характеризует хвостовые части распределений, а критерий Колмогорова λ расхождения в центральной части распределения с наибольшими частотами. Совместное использование критериев согласия позволяет сделать вывод, что распределение Гумбеля удовлетворительно аппроксимирует эмпирический ряд средней годовой максимальной температуры воздуха в основном на уровне значимости 1 %, хотя существуют станции с лучшей аппроксимацией и на уровне 5 % значимости. Эмпирический ряд максимальных суточных осадков показывает лучшие результаты аппроксимации на большинстве станций, но есть и исключение – это станции, где применение этого метода менее успешно.

Решение относительно использования результатов аппроксимации распределением Гумбеля временного ряда средней годовой максимальной температуры воздуха и суточных максимальных осадков в каждом конкретном случае следует принимать с учетом поставленной задачи и, соответственно, с необходимой для этого точностью. Эмпирический материал годовых максимумов должен быть однородным (с использованием методов про-

верки наблюдений на однородность) по каждой станции, так как любое ошибочное значение (особенно завышенное) может привести к неправильным выводам.

Анализ критериев согласия показал, что не ко всякому реальному распределению можно подобрать какую-либо теоретическую функцию с достаточной для решения последующих вопросов точностью. Это объясняется по крайней мере четырьмя причинами [4]. Первая – большое количество факторов, которые формируют эмпирическое распределение; вторая причина – сама аппроксимация – это формальный схематичный процесс подбора теоретического распределения к эмпирическому ряду третья причина – следствие субъективности и неточности измерений, на основе которых делается анализ, четвертая причина – сравнительно малый объем выборочной совокупности наблюдений, используемый для анализа.

Проведенный анализ показал, что эмпирические ряды средней максимальной температуры воздуха можно аппроксимировать распределением Гумбеля, но лучшие результаты оно показывает за период от 10 до 30 лет, а 1 раз в 50 лет величины прогнозируемого элемента завышены, по сравнению с эмпирическим распределением, эта разница составляет:

- при малой асимметричности рядов от 0,5 до 1,0 °С,
- при умеренной и большой асимметричности – более 1,0 °С.

Результат аппроксимации эмпирического распределения суточных максимальных осадков показали в большинстве случаев хороший результат уже на высоком уровне значимости (5...10 %) не только за период 10..30 лет, но и 1 раз в 50...100 лет, что соответствует достаточно редким событиям и представляет собой интерес как вероятностный прогноз за длительный период.

В основе аппроксимации должен лежать временной ряд годового максимума, имеющий достаточно длинный период – это основное требование использования метода, например, в данной работе использованы ряды годовых максимумов за период 1936...2005 гг. При уменьшении объема совокупности различия между эмпирическим и теоретическим распределениями могут увеличиться и соответствие ухудшиться.

В данной работе анализировались в основном результаты приближения эмпирических распределений средней годовой максимальной температуры воздуха и суточного максимума осадков распределением Гумбеля. Рассмотрены итоги аппроксимации на сходимость. Результаты позволяют надеяться, что распределение Гумбеля будет широко применяться в

статистических методах прогноза при решении различных практических задач прикладной климатологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобышева Н.В., Гольберг М.А. Методические указания по статистической обработке метеорологических рядов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 85 с.
2. Общая и прикладная климатология. // Труды ГГО. – 1990. – Вып. 532. – 5 с.
3. Рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик / Под ред. Кобышевой Н.В. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1997. – 77 с.
4. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. – 304 с.

РГП «Казгидромет»

ОРТАША МАКСИМАЛДЫ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫ ЖӘНЕ ТӘУЛІКТІК МАКСИМАЛДЫ ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ АППРОКСИМАЦИЯСЫНА ГУМБЕЛЬ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ ЖӨНІНДЕ

К.Т. Елеуова

Ықтимал болжауда Гумбель әдісін қолдану мүмкіндігін анықтау үшін орташа максималды ауа температурасы және тәуліктік максималды жауын-шашынның бақылау қатары зерттелді. Эмпиризм қатарының Гумбель теориялық таралуымен үйлесімдігі Пирсон және Колмогоров критерийлері бойынша бағаланды.

УДК 551.510.42

О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 4 КВАРТАЛЕ 2006 ГОДА

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 Республики Казахстан.

Состояние загрязнения воздушного бассейна

Наблюдения за загрязнением 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, 2]. 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, Костане, Караганде, Павлодаре, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Таразе, Темиртау, Уральске, Усть-Каменогорске, Шымкенте, Экибастузе и пос. Глубокое (Восточно-Казахстанская область).

По данным наблюдений в **4 квартале 2006 г.** наибольший уровень загрязнения воздуха наблюдается в г. Алматы (**ИЗА5 14,9**). К загрязненным городам (**ИЗА5 ≥ 5**) отнесено 9 городов, в том числе с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха (**ИЗА5 > 7**) – 7 городов (табл. 1).

В 16 городах республики средние за квартал значения концентрации загрязняющих веществ хотя бы одной примесью превысили **ПДК**, а в 5 городах (г. Алматы, г. Риддер, г. Темиртау, г. Усть-Каменогорск и г. Шымкент) выше **ПДК** были концентрации трех и более веществ. В 10 городах были отмечены средние концентрации **диоксида азота** в пре-

делах 1,3...2,7 ПДК (наибольшая средняя в г. Алматы.). В 7 городах взвешенные вещества (пыли) находились в пределах 1,1...2,4 ПДК (наибольшие средние более 2 ПДК – в г. Алматы и г. Жезказгане). В 6 городах концентрации **формальдегида** составили 1,3...4,7 ПДК, (наибольшая в г. Алматы), в 5 городах **фенола** – 1,3...3,3 ПДК (наибольшая в г. Темиртау). Средние концентрации **диоксида серы** только в г. Балхаше и г. Риддере превышала 1 ПДК. Наибольший средний уровень загрязнения воздуха **оксидом углерода** – 1,2 ПДК – наблюдался в г. Алматы (табл. 1).

Таблица 1

Сведения о степени загрязнения атмосферного воздуха городов в целом по Республике Казахстан в 1 квартале 2007 года

Примесь	Число городов	Кратность превышения ПДК средней		Число городов, где концентрации превышали ПДК	
		из средних концентраций	из максимальных концентраций	средние	максимальные
Взвешенные вещества	18	0,9	1,5	7	9
Диоксид серы	20	0,5	0,8	2	2
Оксид углерода	18	0,5	2,4	1	9
Диоксид азота	20	1,1	1,9	7	14
Оксид азота	4	0,3	0,2	0	0
Аммиак	5	1,0	0,8	1	1
Сероводород	6		0,9		1
Фтористый водород	2	0,4	1,6	0	1
Серная кислота	1	0,2	0,0	0	0
Фенол	10	1,4	2,1	6	6
Формальдегид	9	2,5	0,6	6	1
Хлор	2	0,1	0,1	0	1
Хлористый водород	2	0,4	0,2	0	
Мышьяк	3	0,2			
Хром	1	0,0			

Максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ хотя бы одной примесью превысили ПДК в 16 городах, где ведутся наблюдения, при этом в 11 городах (Алматы, Астана, Жезказган, Караганда, Павлодар, Семипалатинск, Тараз, Темиртау, Усть-Каменогорск, Шымкент и пос.Глубокое) отмечены превышения ПДК для 3-х и более веществ. Разо-

вые концентрации взвешенных веществ выше *ПДК* наблюдались в 10 городах, диоксида азота – в 15 городах, оксида углерода – в 11 городах, фенола – в 7 городах, формальдегида – в 3 городах, диоксида серы, аммиака и фтористого водорода – в 2 городах (табл. 1).

По сравнению с 4 кварталом 2005 года в городах Алматы, Астана, Атырау, Балхаш, Жезказган, Костанай, Павлодар, Петропавловск, Семипалатинск, Тараз, Уральск и Экибастуз состояние загрязнения атмосферного воздуха существенно не изменилось, в городах Актобе, Актау, Караганда, Риддер, Темиртау, Усть-Каменогорск, Шымкент и пос. Глубокое – снизился (табл. 2).

Таблица 2

Приоритетный список городов Республики Казахстан по уровню загрязнения атмосферного воздуха

Город	<i>ИЗА₅</i>		Отрасли промышленности, оказывающие влияние на загрязнение воздуха
	4 квартал 2005 г.	4 квартал 2006 г.	
Алматы	15,1	14,9	автотранспорт, энергетика
Шымкент	12,2	10,5	цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая
Караганда	12,0	9,4	энергетика, угледобывающая, автотранспорт
Актобе	10,5	8,8	черная металлургия, химическая
Темиртау	9,2	8,4	черная металлургия, химическая
Риддер	8,6	7,7	цветная металлургия, энергетика
Тараз	7,7	7,5	химическая
Усть-Каменогорск	9,3	5,9	цветная металлургия, энергетика
Жезказган	5,3	5,1	цветная металлургия, энергетика
Петропавловск	4,1	4,3	энергетика, приборостроение
Семипалатинск	4,6	4,0	энергетика, строительных материалов
Астана	3,5	3,3	энергетика, автотранспорт
пос. Глубокое	5,9	3,3	цветная металлургия
Актау	4,2	2,9	химическая
Костанай	3,4	2,9	энергетика
Балхаш	2,9	2,7	цветная металлургия, энергетика
Атырау	1,6	1,9	нефтеперерабатывающая
Павлодар	1,1	1,6	нефтеперерабатывающая, энергетика
Экибастуз	1,5	1,1	энергетика, угледобывающая
Уральск	0,8	0,7	энергетика
Средний ИЗА	6,18	5,35	

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 [6].

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 4 квартале 2006 года всего, из общего количества обследованных водных объектов к «чистым» отнесено только 14 рек, 5 озер и 4 водохранилища, к «грязным» – 5 рек, а к «очень грязным» – 2 реки (Красноярка, Брекса). Наиболее представлен класс «умеренно-загрязненных» водных объектов – 23 реки, 3 водохранилища и 1 озеро. К классу «загрязненных» водных объектов отнесены 6 рек и 3 водохранилища (табл. 3). Наиболее загрязненными являются реки бассейна р. Ертис. Характерными загрязняющими веществами большинства водных объектов являются сульфаты, азот аммонийный и нитритный, бор, железо общее, медь, цинк, хром (6^+), хром общий, фенолы, нефтепродукты, марганец, БПК₅, ртуть (табл. 4).

В 4 квартале 2006 г. экстремально высокое загрязнение (ЭВЗ) поверхностных вод на территории Казахстана не наблюдалось. Высокое загрязнение было отмечено на 9 водных объектах в 40 случаях: реки Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка, Илек, Келес, Киши Алматы, Улькен Алматы.

В сравнении с 4 кварталом 2005 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод:

Бассейн р. **Ертис**. Качество воды не изменилось в реках Ертис (Павлодарская), Буктырма, Ульби, Аягуз, водохранилищах Буктырма и Усть-Каменогорское. Наблюдается ухудшение качества воды поверхност-

ных водах рек Ертис (ВКО), Брекса и Оба, улучшение – в реках Тихая, Глубочанка, Красноярка и Эмель.

Бассейн рек **Урал** и **Эмба**. Качество воды в р. Чаган улучшилось, в реках Урал (Западный Казахстан) и Илек (Актюбинская область) осталось на прежнем уровне.

Существенно не изменилось качество воды **р. Тобол**.

Бассейн р. **Есиль**. Уровень загрязненности воды рек Есиль (Акмолинская и Северо-Казахстанская области) Ак-Булак, озер Бурабай, Шортан и Улькен Шабакты, вдхр. Вячеславское существенно не изменился. Качество воды ухудшилось в реках Сары-Булак и Жабай, улучшилось – в оз. Копа и вдхр. Сергеевское.

Бассейн р. **Нуры**. Качество воды в реках Нура (Акмолинская и Северо-Казахстанская области) и Кара-Кенгир, в вдхр. Самаркандское значительно не изменилось, загрязненность воды р. Шерубайнура снизилась и вдхр. Кенгирского – возросла.

Бассейн оз. **Балхаш**. Уровень загрязненности рек Иле, Шарын, Шилик, Текес, оз. Улькен Алматы, вдхр. Капшагай и вдхр. Куртинское существенных изменений не претерпел. Качество воды в р. Коргас, р. Баянкол и оз. Балхаш улучшилось, в реках Тургенъ, Киши Алматы Улькен Алматы, Есентай и вдхр. Бартогай – ухудшилось.

Бассейн р. **Талас** и р. **Шу**. Качество воды в реках Шу, Талас, Асса 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы: «Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху», 18.08.2004 г., №629, с. 175
2. 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.
3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. – М, 1991. – С.383-425.
4. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – Роскомрыболовство, 1993.
5. РК 3.01.067.97. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.559-96. Госкомсанэпиднадзор России. – М, 1996. – 111 с.
6. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госком по гидрометеорологии. – М, 1988. – 10 с.

ЦЭМОС РГП «Казгидромет»

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫНЫҢ 2006 ЖЫЛДЫҢ ТӨРТІНШІ ТОҚСАНЫНДАҒЫ ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫ

Геогр. ғылымд. канд. А.Б. Калелова

Т.Г. Царева

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

УДК 551.506(574)

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В РАЙОНЕ ГИБЕЛИ ТЮЛЕНИЙ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ ВЕСНОЙ 2007 ГОДА

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

Представлен анализ гидрометеорологических условий, выполненный с целью выявления возможных причин гибели тюленей весной 2007 г. в северо-восточном секторе Каспийского моря. Приводятся результаты моделирования результирующих полей ветра и ветровых течений в районе бедствия.

Как известно из информационных источников, в период с 31 марта по 2 апреля 2007 г. при объезде побережья Каспийского моря на площади между месторождениями Каламкас и Каражанбас были обнаружены тушки мертвых тюленей, причем более половины из них – молодняк.

Проведенный анализ гидрометеорологических условий показал, что в период с 25 марта по 2 апреля в данном районе отсутствовали сгонно-нагонные явления и значительное волнение. Колебания уровня моря в районе МГП Каламкас относительно положения фонового уровня моря в марте не превышало 0,25 м (рис. 1).

Данный пост также не фиксировал значительного волнения в этот период. Максимальная высота волны составила 0,2 м, что в соответствии со шкалой волнения относится к категории «слабое». Следовательно, ни сгонно-нагонные явления, ни волнение не могли быть причиной гибели тюленей.

Было проведено также моделирование полей ветра и течений. Расчеты были выполнены при помощи гидродинамической модели MIKE 21, разработанной в Датском гидравлическом институте и адаптированной к мелководным условиям Северного Каспия в РГП «Казгидромет». Данная модель является физико-математической моделью изучения процесса наката и отражения волн. Она моделирует изменения уровня моря и течений в ответ на явления, происходящие в водоемах и прибрежных зонах. Уровни моря и течения разлагаются в прямоугольной координатной сетке, охватывающей интересующее пространство, при условии наличия батиметрических данных, коэффициентов шероховатости дна, полей ветра, гидрографических граничных

условий. Гидродинамический модуль модели решает систему вертикально интегрированных уравнений неразрывности и сохранения количества движения в двух горизонтальных измерениях, добиваясь хорошего пространственного и временного разрешения, и исследует влияние быстро изменяющихся под действием атмосферных процессов возмущений в этом слое на динамику нижележащего слоя. Эта модель является структурным элементом технологической линии оперативной системы прогнозирования штормовых нагонов с заблаговременностью до 120 часов [1, 2, 4-6].

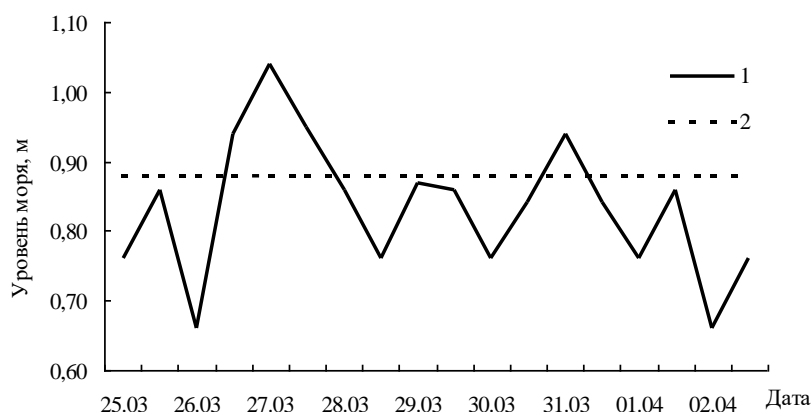


Рис. 1. Сопоставление уровня моря по данным МГП Каламкас с фоновым уровнем моря за период с 25 марта по 2 апреля 2007 г. 1 – уровень моря по МГП Каламкас; 2 – фоновый уровень моря.

Выполненные расчеты показали, что направление ветра в эти дни менялось от западного до северо-восточного, следовательно ветровые течения были направлены сначала в сторону восточного побережья, а затем под действием ветра – в сторону п-ова Бузачи. Скорость ветра изменялась от 2 до 11 м/с, скорость течений не превышала 5 см в секунду. Глубина Каспийского моря в его северной части не превышает 10 м, поэтому представленные поля ветра идентично отражают поверхностные течения (рис. 2).

Предположительно, что одной из причин гибели тюленей может быть теплая зима 2006...2007 гг. Известно, что жизненный цикл тюленей начинается в конце января – феврале во время рождения. Характер сезонного распределения животных по акватории определяется преимущественно тремя основными фазами годового цикла: размножением, линькой на островах и льдинах, нагулом.

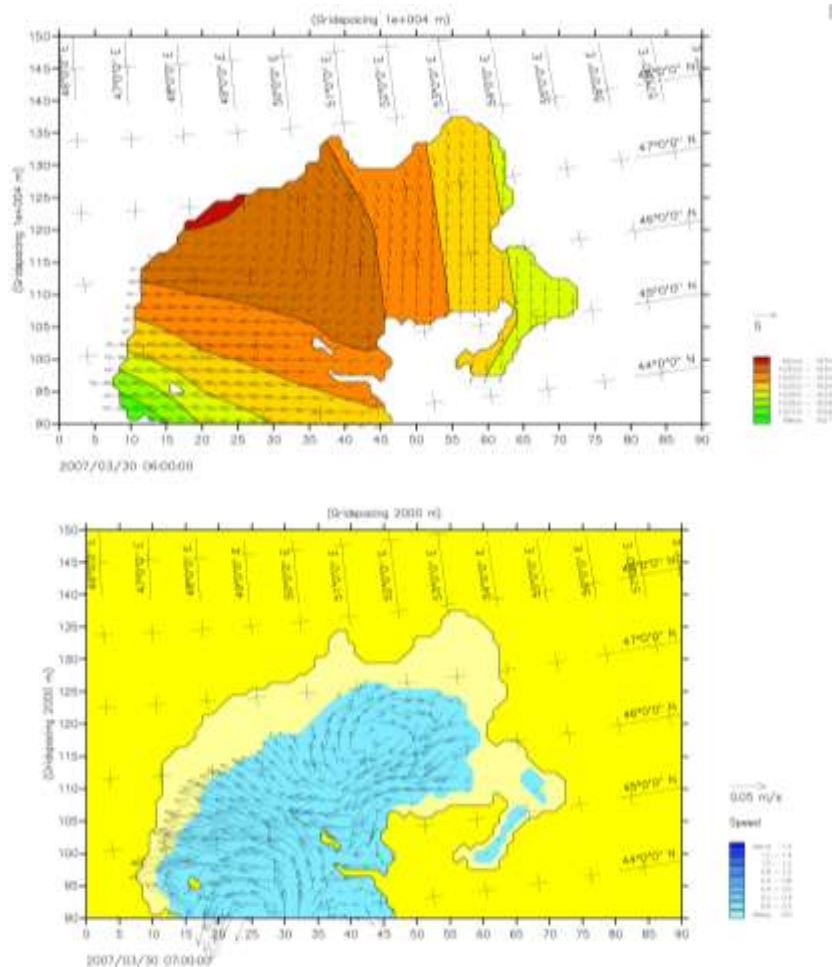


Рис. 2. Пример рассчитанных результирующих полей ветра и течений за 30 марта 2007 г. 03 ч СГВ.

Фаза размножения начинается с приближением осени, когда тюлени начинают мигрировать в Северный Каспий. Они в массе появляются у берегов полуострова Мангышлак, у Тюленьих островов, а также мигрируют далее на север за полуостров Бузачи в мелководную акваторию северо-восточного Каспия. Большая часть популяции каспийского тюленя собирается в восточной части Северного Каспия в октябре – ноябре. Здесь они концентрируются на песчаных отмелях и островах, расположенных вдоль необитаемых берегов, в ожидании ледостава.

После появления устойчивого ледяного покрова животные выходят на лед для размножения. Наибольшая концентрация каспийских тюленей наблюдается в зимнее время (январь – март) на льдах Север-

ного Каспия в период размножения и линьки, который является периодом высокой чувствительности в годовом цикле жизнедеятельности каспийских тюленей [3].

Таким образом, район сплоченных льдов, архипелаг Тюленьих островов, песчаные острова и отмели восточной части Северного Каспия являются местообитаниями высокой чувствительности для популяции каспийских тюленей.

Проведенный анализ космических снимков и данных наблюдений за ледовыми условиями во время зимы 2006...2007 гг. показал, что данную зиму можно отнести к категории умеренных зим. Максимальная толщина льда в районе МГП Жамбай составила 18 см, а в районе М Пешной 15 см. МГП Каламкас фиксировал незначительные ледовые явления (иглы, шуга, сало) только 3 дня.

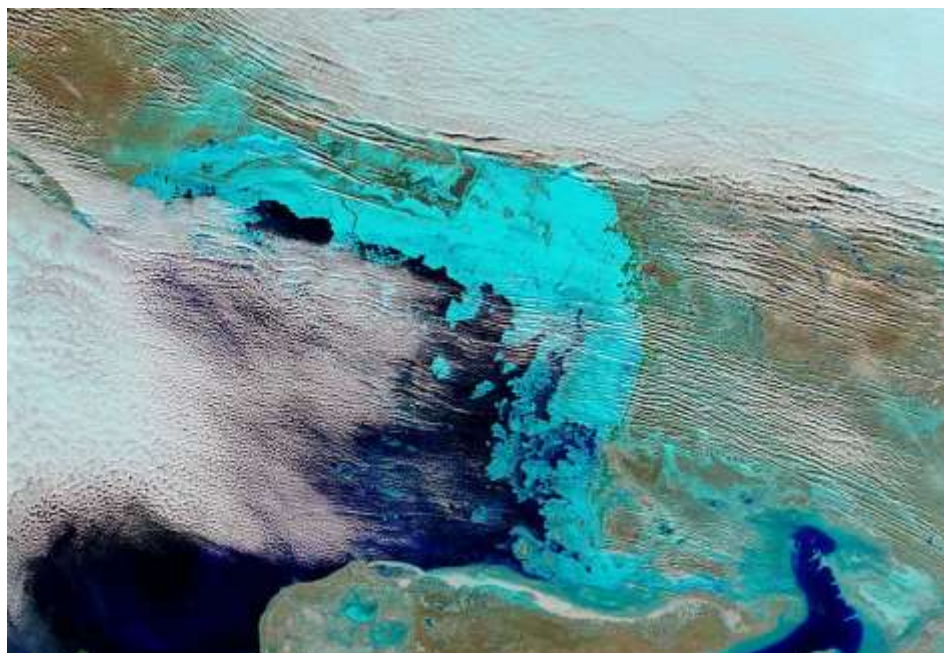
Характерной особенностью данной зимы является то, что в течение всей зимы происходили затоки тепла, приводящие к периодическому разрушению ледового покрова и уменьшению толщины льда. Данные выводы подтверждают приведенные ниже космические снимки (рис. 3, 4). Они демонстрируют, что устойчивый ледостав наблюдался очень непродолжительное время. В течение всей зимы на льду фиксируются трещины, разводья, полыньи. Более или менее устойчивый ледовый покров сформировался к концу февраля и просуществовал до середины марта (к этому времени цикл размножения заканчивался), а затем началось весеннее разрушение ледового покрова.

Рис. 5, на котором представлен ход среднесуточной температуры воды в феврале по МГП Каламкас, иллюстрирует, что только в конце февраля произошел заток холода, и резко снизилась температура воды.

2 апреля 2007 г. на месте проишествия специалисты Национальной инспекции и отдела анализа Мангистауского областного территориального управления охраны окружающей среды взяли пробы воды для проведения анализа. Вместе с тем исследования туш тюленей проводились в Жамбылском областном научно-исследовательском институте биологической безопасности и Алматинском институте микробиологии и вирусологии. А для выявления вредных веществ образцы проб воды были исследованы в Областном санитарно-эпидемиологическом Департаменте и в ветеринарном отделе Региональной инспекции Мангистауской области. Исследования ученых показали, что в пробах воды и тушах тюленей

не были обнаружены вредные вещества, превышающие норму, а причиной гибели тюленей стала вирусная инфекция.

а)



б)

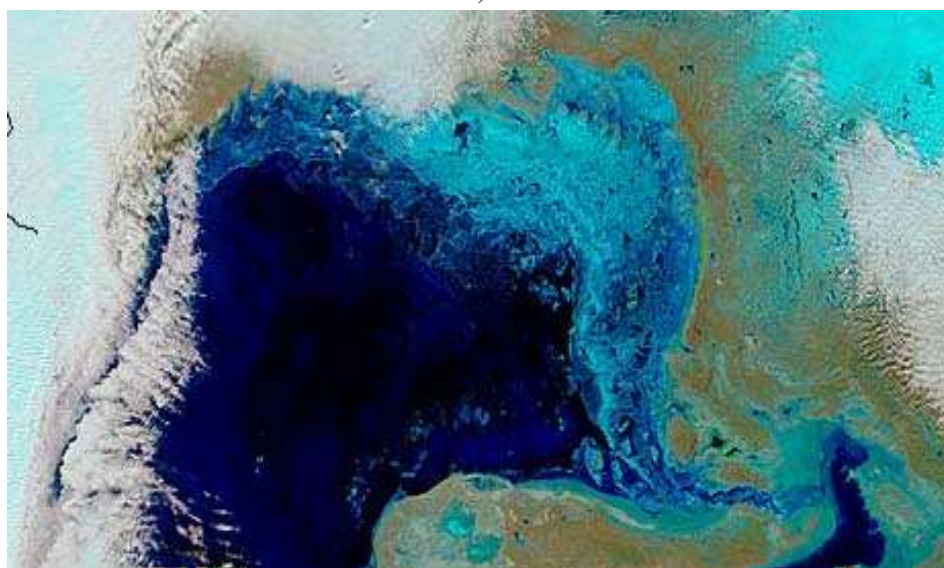
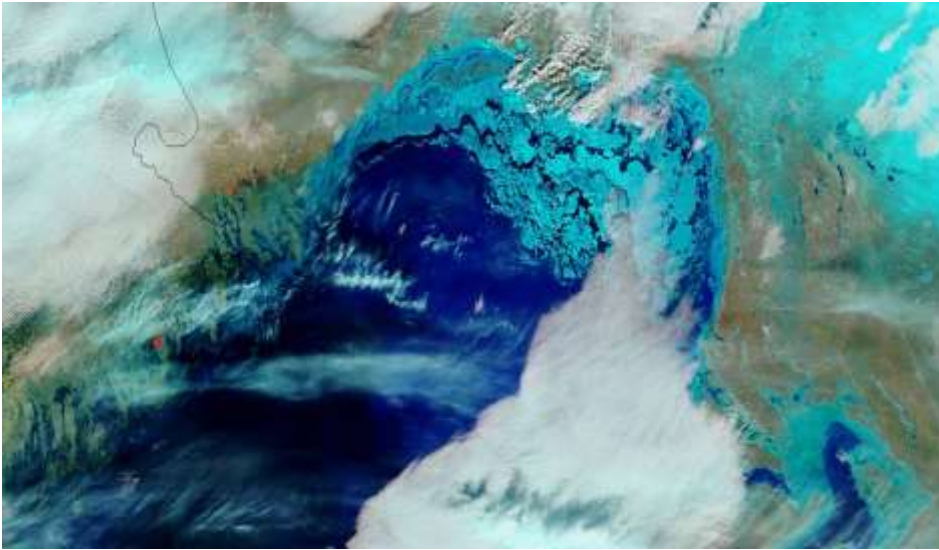


Рис. 3. Космические снимки проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC» разрешение 500 м. а) – снимок за 13 декабря 2006 г.; б) – снимок за 13 января 2007 г.

а)



б)

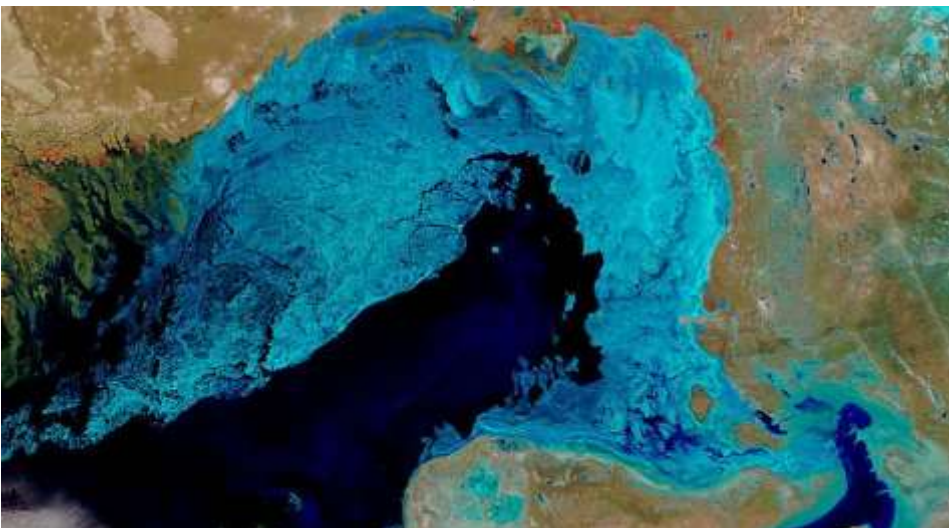


Рис. 4. Космические снимки проекта «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC» разрешение 500 м. а) – снимок за 4 февраля 2007 г.; б) – снимок за 10 марта 2007 г.

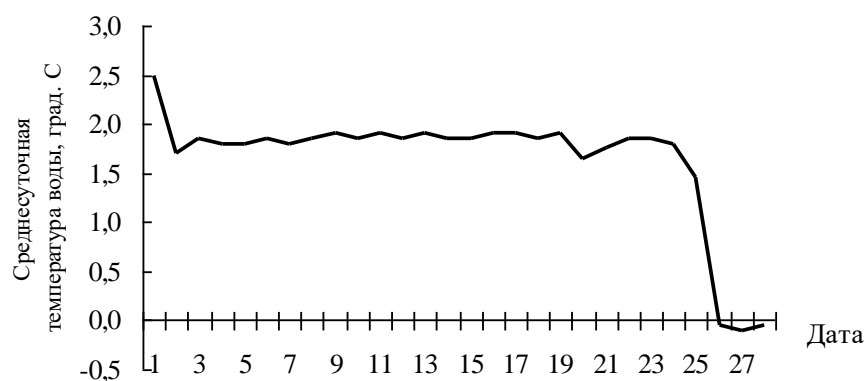


Рис. 5. *Ход среднесуточной температуры воды в феврале 2007 г. по МГПИ Каламкас.*

Таким образом, своеобразным толчком к развитию инфекции послужили крайне неблагоприятные ледовые условия прошедшей зимы. Слабый лед и сокращенный ледовый период нарушили экологические условия существования вида. Ежегодная смена волосяного покрова, линька животных протекала в аномальном для этого вида животных режиме не на отдельных льдинах, а в условиях большой скученности на островах и шалыгах восточного мелководья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивкина Н.И., Строева Т.П. Использование штормовой модели Каспийского моря для расчета ветровых течений в районе катастрофы парома «Меркурий» // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 1. – С. 32-37.
2. Йенсен Х.Р., Ивкина Н.И., Строева Т.П. Некоторые результаты тестирования системы предупреждения штормовых нагонов на Каспийском море // Гидрометеорология и экология. – 2002. – № 1. – С.93-100.
3. Экологическое зонирование территории заповедной зоны Северной части Казахстанского сектора Каспийского моря: Отчет о НИР РГП «Казгидромет», договор №160 / Отв. исп. С.П. Шиварева. – Алматы, 2001. – 95 с.
4. Abbott M.B., McCowan A., Warren I.R. Numerical Modelling of Free-Surface Flows that are Two Dimensional in Plan // Transport models for Inland and coastal waters. – Academic press, 1991. – P. 222-283.
5. Jensen H. R., Vested H. J., Simonsen C. Storm Surge Forecasting for the Danish North Sea Area // PIANC Bulletin. –1991. – № 72. – P. 76-98.
6. Skill assessment of an operation hydrodynamic forecast system for North Sea and Danish Belts // Vested H.J., Woge Nielsen J., Jensen H.R. and

Bolding Kristensen K. // Quantitative skill assessment for coastal ocean models. – 1995. – Vol. 47. – P. 373-396.

РГП «Казгидромет»

**КАСПИЙ ТЕҢІЗІНДЕ 2007 Ж. КӨКТЕМДЕГІ ИТБАЛЫҚТАРДЫҢ
ЖОЙЫЛУ АУДАНЫНДАҒЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ
ЖАҒДАЙЛАРЫ**

Геогр. ғылымд. канд. Н.И. Ивкина
Т.П. Строева

Бұл мақалада гидрометеорологиялық жағдайларды сапалау, Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігіндегі 2007 ж. көктемде итбалықтардың жойылу себептерін білу мақсатында орындалуы берілген. Апат ауданындағы нәтижеленген дала желдер мен жел ағысының үлгілерінің қорытындысы келтірілген.

УДК 574.553.98 (574.14)

**СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
СЕВЕРНЫЕ БУЗАЧИ**

Канд. с. - хоз. наук	Ю.М. Попов
	Р.А. Гаврилов
Канд. г. – мин. наук	М.М. Бураков
	Т.В. Колча
	В.Р. Кубаев
	Е.А. Тажмагамбетов

Характеризуется современное состояние приземного слоя атмосферы, грунтовых и сточных вод, биоресурсов, радиационная обстановка в пределах промышленной и санитарно-защитной зон по лабораторным и экспериментальным материалам, полученным в рамках проведения эколого-социального аудита месторождения Северные Бузачи. Показано социально-экономическое значение эксплуатации месторождения для региона и передовой опыт утилизации буровых отходов.

С сентября 2006 г. по январь 2007 г. по заданию компании «Buzachi Operating Ltd» ТОО «Ecotera» выполнила эколого-социальный аудит предприятия с учетом нормативных требований РК и международного стандарта ISO 14000. Для выполнения полевых работ на субподрядных условиях привлекался Центр дистанционного зондирования и ГИС «Терра». ТОО «Ecotera» и Центр «Терра» имеют необходимые лицензии для проведения экологических работ. Замеры концентраций загрязняющих веществ в воздухе, гидрохимические анализы грунтовых и сточных вод, а также химические анализы содержания нефтепродуктов, тяжелых металлов и гумуса в почвах и грунтах выполнялись на субподрядных условиях в сертифицированной лаборатории ТОО Информационно-производственный Центр (ИПЦ) «Gidromet Ltd». Социальная часть аудита выполнена по опубликованным статистическим сборникам, фондовым материалам предприятия и результатам опросов специалистов месторождения.

Основным критерием качества являются предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в компонентах окружающей

среды (ОС), а также оценка состояния биоты. Следует отметить, что «ПДК – экологический норматив, максимальная концентрация загрязняющего вещества в компонентах ОС, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени не вызывает негативных воздействий на организм человека или другого рецептора» [9].

В работе использовалось «Руководство» [8].

Общие сведения о месторождении

Газонефтяное месторождение Северные Бузачи расположено в северо-восточной прибрежной зоне Каспийского моря (рис. 1). Оно было открыто и получило промышленную оценку в 1974...1977 гг. Площадь горного отвода месторождения составляет 125,8 км².

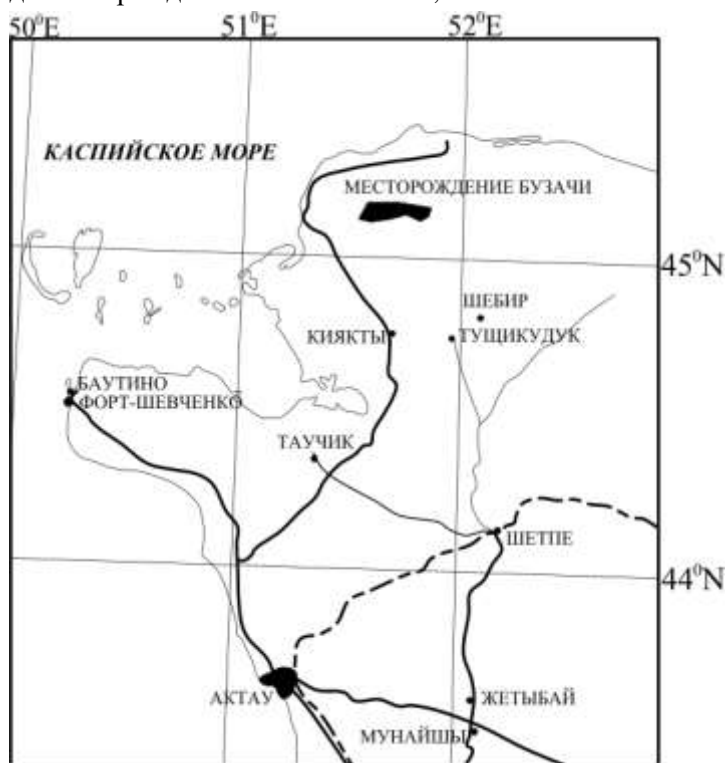


Рис. 1. Район проведения работ.

В продуктивной толще месторождения Северные Бузачи выделено 2 объекта разработки: I объект объединяет продуктивные пласты юрского возраста, II объект – это продуктивные нефтенасыщенные отложения мелового возраста. В пределах объектов предполагается совместная эксплуатация пластов. В 2006 г. на месторождении действовало 159 скважин (табл. 1). Было добыто около 1,3 млн. тонн нефти и почти 50 млн. м³ попутного газа.

Фонд скважин на конец года (шт.)

Наименование показателей	2004 г.	2005 г.	2006 г.
Действующие добывающие скважины	61	105	159
Ввод нагнетательных скважин	10	25	13
Бурение скважин	33	68	68
Скважины, находящиеся в консервации			195

На скважинах принято вертикальное и горизонтальное бурение, с эксплуатацией их механизированным способом. Для глубинно-насосной добычи нефти скважины оснащены станками-качалками, ЭЦН, винтовыми погружными насосами.

Компания построила межпромысловый нефтепровод, линию электроснабжения, вахтовый поселок, подъездные дороги, ЦППН (Центр Подготовки и Передачи Нефти), Площадки № 1 и № 2 временного хранения и переработки отходов бурения и замазученных грунтов. А также сооружены водовод и пункт налива пресной воды емкостью 50 м³, разработана техническая и экологическая документация на проведение всех видов основных работ по обустройству, освоению и эксплуатации месторождения.

Природные условия

Климат территории резко континентальный. Среднегодовое количество осадков около 172 мм, среднегодовая повторяемость дней с туманами и скоростей ветра более 6 м/с составляет 9 % и 41,2 %, соответственно.

Гидрографическая сеть отсутствует. Рельеф района представляет собой равнину с отметками от минус 19 до минус 28 м абс. Характерно наличие многочисленных соров, представляющих бессточные впадины, в основном непроходимые для автотранспорта. В срединной части полуострова Бузачи широко развиты барханные пески, отдельные массивы которых по площади достигают 1200 км², а также останцы коренных пород различной величины. Почва полностью лишена плодородного слоя, непригодна для сельскохозяйственных нужд. Местность малонаселенная, рекреационные зоны отсутствуют.

В результате обобщения полевых исследований и лабораторно-аналитических работ, сравнения их с фондовыми материалами, выявлено современное состояние компонентов окружающей среды месторождения Северные Бузачи.

Атмосферный воздух

Анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха проводился путем сопоставления результатов моделирования приземных концентраций загрязняющих веществ в районах расположения производственных объектов, выполненных по унифицированным программным комплексам и данных натуральных наблюдений [7]. Замеры по определению уровня концентрации загрязняющих веществ в атмосфере на территории месторождения выполнялись комплексной передвижной лабораторией «АТS» по контролю загрязнения окружающей среды ТОО «Тандем». Лаборатория имеет сертификат о государственной метрологической аттестации.

Компания ежеквартально проводит производственный мониторинг атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) по стандартным методикам. По результатам мониторинга установлено, что в ассоциативную группу ЗВ входят CO , SO_2 , NO_2 , и углеводороды. Лаборатория оснащена газоанализаторами, позволяющими измерить уровень концентрации этих веществ.

В октябре 2006 года сотрудниками ИПЦ «Gidromet Ltd» в рамках проведения социально-экологического аудита, были выполнены отборы проб атмосферного воздуха на контрольных точках СЗЗ. Анализ результатов моделирования показывает, что при регламентном режиме работы предприятия и одновременно работающих источниках выбросов ЗВ, экологические характеристики атмосферного воздуха на границах СЗЗ месторождения по всем загрязняющим ингредиентам находятся в пределах величин, не превышающих ПДК.

По данным компании «Buzachi Operating Ltd.» в 2001 г. было добыто 215,6 тыс. тонн нефти. Удельный показатель выбросов загрязняющих веществ на 1 тонну добываемого сырья составил 0,0053 тонн. За три квартала 2006 г. было добыто 1201,8 тыс. тонн нефти. Удельный показатель выбросов загрязняющих веществ на 1 тонну добываемого сырья составил 0,00051 тонн (рис. 2).

При анализе данных отмечается заметное снижение показателей удельного выброса загрязняющих веществ, при увеличении добычи нефти. Уменьшение показателя удельного выброса связано с применением комплекса природоохранных мероприятий, таких как уменьшение количества сжигания попутного нефтяного газа, перевод оборудования на внешнее электропитание и т.д.

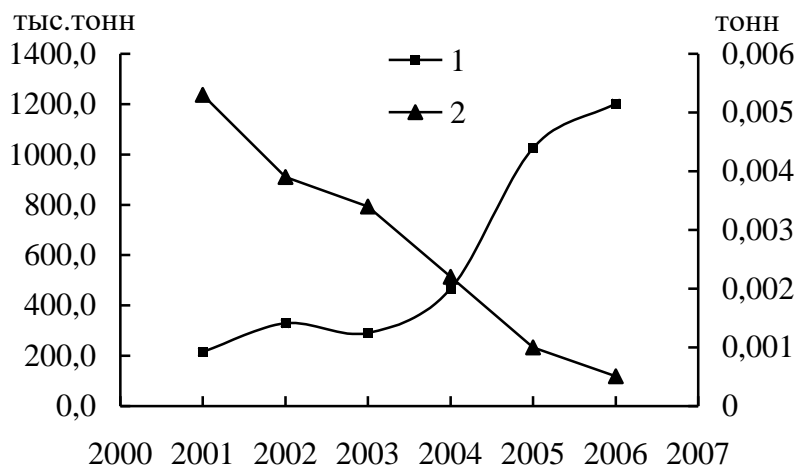


Рис. 2. Динамика добычи нефти (тыс. т) и удельного показателя выбросов ЗВ на 1 тонну добываемого сырья. 1 – добыча, тыс. т; 2 – удельный показатель выбросов ЗВ на 1 т добываемого сырья.

Сточные воды

Производственная деятельность Компании относится к водоемким отраслям производства, которая характеризуется большим потреблением воды и образованием большого количества сточных вод.

Территория месторождения находится на расстоянии около 20 км от Каспийского моря, в этой связи его объекты не входят в природоохранительную зону Каспийского моря, определенную размером 2 км.

Собственных водозаборов из поверхностных и подземных водисточников предприятие не имеет. Для обеспечения технологических и производственно-бытовых нужд оно использует Волжскую воду из водовода «Астрахань-Мангышлак».

В процессе хозяйственно-бытовой и производственной деятельности месторождения образуются следующие виды сточных вод:

- хозяйственно-бытовые сточные воды,
- производственные стоки,
- воды, загрязненные нефтепродуктами.

На месторождении все хозяйственно-бытовые сточные воды поступают на комплекс очистных сооружений, который представлен установкой биологической очистки, рассчитанной на обработку сточных вод производительностью до 125 м³/сут.

Оценивая работу очистных сооружений можно сделать вывод, что эффективность очистки хозяйственно-бытовых сточных вод на очистных сооружениях достаточно высокая. Содержание основных показателей загрязнения в очищенных сточных водах снижается на 50 ...90 %.

Грунтовые воды

Подземные воды на территории Прикаспийской впадины и полуострова Мангышлак (в обрамлении северо-восточной части Каспийского моря) приурочены к различным стратиграфическим и литолого-фациальным комплексам пород, залегающих на разных глубинах и в разнообразных природно-гидрогеологических условиях.

Гидрогеологические условия региона описаны в работе [11].

В районе месторождения выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы:

- водоносный горизонт современных (новокаспийских) морских отложений (mQ_{Ivnk});
- водоносный комплекс верхнечетвертичных (хвалынских) морских отложений (mQ_{IIIhv});
- водоносный комплекс альбских отложений (K_{Ial});
- водоносный комплекс аптских отложений (K_{Iap});
- водоносный комплекс неокомских и юрских отложений (продуктивная толща – $K_{Ink} + J_2$).

Результаты анализа подтверждают, что загрязнение нижних горизонтов подземных вод не происходит, так как полученные значения анализов проб не превышают не только ОДК, но и ПДК, за исключением незначительных превышений свинца, которые можно отнести к провинциальным гидрохимическим региональным особенностям территории.

Грунтовые воды месторождения и Каспийское море

Уровень воды Каспийского моря испытывает циклические колебания. В последние годы после продолжительного повышения отмечается постепенный спад уровня моря. До настоящего времени не существует единого взгляда на природу многолетних колебаний уровня Каспийского моря, имеется несколько прогнозных версий о поведении его в ближайшие годы [3].

Грунтовые воды способны аккумулировать в себе практически все загрязняющие элементы, поступающие от объектов месторождения, и сохранять их. Существует мнение, что эти элементы с потоком грунтовых вод могут выноситься в Каспийское море. Актуальной задачей, поэтому, становится оценка взаимосвязи грунтовых вод на территории месторождения с морскими водами.

Поверхность грунтовых вод здесь располагается гипсометрически ниже уровня морских вод (или, по крайней мере, отметки уровня грунтовых вод и уровня моря совпадают). От моря сор отделяется береговым валом высотой 2...2,5 м.

В пределах Большого сора уровень грунтовых вод повторяет дневную поверхность. Формируется поток грунтовых вод, в котором отметки уровней на 1...2 м ниже земной поверхности (рис. 3).

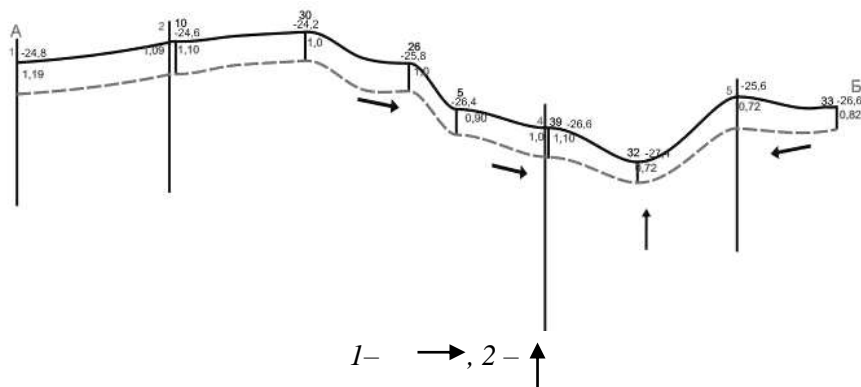


Рис. 3. Схема разгрузки грунтовых вод в центральной части Большого сора. 1 – направление движения потоков грунтовых вод, 2 – вертикальная разгрузка грунтовых вод в самой пониженной части сора.

Иными словами, территория месторождения представляет собой бессточную впадину, разгрузка грунтовых вод в которой осуществляется только интенсивным испарением в пределах соровых западин. Это фиксируется наличием здесь сорово-солончаковых отложений. Взаимосвязи с морскими водами грунтовые воды не имеют, перенос нефтепродуктов (и других загрязняющих грунтовые воды веществ) в море принципиально возможен только локально их смывом с дневной поверхности и вымыванием из почво-грунтов при прохождении нагонной волны.

Прямой взаимосвязи грунтовые воды на территории месторождения Северные Бузачи с морскими водами не имеют. Перенос нефтепродуктов и других загрязнителей потоком грунтовых вод в сторону моря исключается; поток грунтовых вод направлен в сторону месторождения, территория которого является местным базисом стока, а соры представляют собой очаги разгрузки грунтовых вод испарением.

Почвы

На территории месторождения Северные Бузачи выделены следующие типы почв: бурые пустынные нормальные почвы; солончаки приморские; солончаки соровые; бугристые пески [1].

По данным наблюдений 2006 г. большая часть территории месторождения не была подвергнута нефтяному загрязнению и механической нарушенности почвенного покрова. Содержание тяжелых металлов также не превышало значений ПДК.

Общая площадь сильно загрязненных почво-грунтов (с превышением ПДК), требующая рекультивации, по данным аудита 2003 года была равна 0,1755 км² [10]. По результатам обследований, проведенным по тем же методам, на 2006 год площадь нефтяного загрязнения сократилась до 0,1665 км² [11]. За 3 года общая площадь замазученных земель уменьшилась на 0,009 км² или на 0,9 га. Это сопоставимо с естественной скоростью разложения углеводородов в местных условиях.

Территория месторождения практически повсеместно проявляет следы техногенного воздействия на рельеф поверхности, но это носит слабовыраженный характер. Анализ карты антропогенного состояния природно-территориальных комплексов (ПТК) контрактной территории показывает преобладание участков со средней и слабой нарушенностью, а также территории с фоновыми характеристиками. Установлено, что качественное и своевременное выполнение мероприятий по технической рекультивации обычно способствует восстановлению почв, нарушенных при строительстве скважин, в течение 3 (5)...25 лет [5, 6].

При соблюдении предусмотренных технологий и мер по защите почвенного покрова неблагоприятное воздействие потенциально возможного химического загрязнения и механических нарушений будет незначительно и локализовано. Подобные нарушения не приведут к коренным перестройкам ПТК в районе месторождения, однако необходимо продолжение проведения мониторинговых наблюдений за состоянием почвенного покрова.

Растительность

Растительный покров территории, окружающей месторождение, характеризуется однородной пространственной структурой, бедностью флоры и низким уровнем биоразнообразия в связи с природно-климатическими особенностями региона и современным хозяйственным освоением территории. По условиям местообитаний, биологическим особенностям доминирующих видов, состава и структуры сообществ на территории исследований выделяются следующие основные типы растительности: засоленных местообитаний (галофиты); песков (псаммофиты) и зональная растительность возвышенных равнин (ксерофиты).

Участок месторождения Северные Бузучи занимает центральную часть урочища Большой сор и представлен соровыми корково-пухлыми и настоящими солончаками. Растительность сильно изрежена, более 70 % территории полностью ее лишены [4].

На участке обследования сообщества, относящиеся к формации сарсазана, имеют ландшафтное значение. Сообщества разреженные. Урожайность составляет 3,0...7,0 ц/га. В юго-восточной части участка месторождения, на повышенной равнине, растительный покров отличается более высоким биоразнообразием. Урочище Жалгызтобе представляет собой останец зонального типа пустынь в окружении соровых солончаков. Здесь, на зональных бурых засоленных супесчаных почвах, формируются сообщества с доминированием полыни белоземельной

Вблизи населенных пунктов, нефтепромыслов и других хозяйственных объектов естественный растительный покров сильно трансформирован, поэтому его компенсационные возможности очень низки. Здесь следует ожидать формирования вторичных сорных сообществ, аналогичных окружающей территории.

Вследствие хозяйственной деятельности формируются ПТК, при этом отмечается частичная деградация почвенно-растительного покрова. Вследствие локальной трансформации растительности ее естественное восстановление затруднено. Однако следует отметить, что растительный покров территории формируется в экстремальных природных условиях. Поэтому он обладает потенциально высокой устойчивостью к действию неблагоприятных факторов.

Животный мир

Суровые условия пустыни Большого сора обуславливают чрезвычайно низкий процент оседлых форм среди птичьего населения и короткий период репродуктивного цикла у большинства видов позвоночных животных, приуроченный в основном к маю-июню. Общий список обитающих здесь животных резко ограничен, а плотность животного населения очень низка. Поверхность сора большей частью лишена какой-либо растительности. Поэтому там нет мест для обитания многих животных.

На возвышенных местах сора, преимущественно в восточной части (где вычленяется урочище Жалгызтобе) растительность становится более разнообразной. Здесь значительно чаще встречаются копытные, более разнообразны виды грызунов и с очень низкой плотностью селятся некоторые виды птиц.

Земноводные в районе месторождения представлены лишь одним видом – зеленой жабой.

Пресмыкающихся насчитывается 16 видов. Они, в отличие от других групп наземных позвоночных, чаще преследуются человеком и в первую очередь от этого страдают змеи, большинство из которых не ядовиты.

Численность наземных позвоночных крайне низкая. Птицы здесь в основном встречаются лишь по границам сора или на пролете и кормежке на участках временного хранения отходов, у заглушенных скважин и на водопое с разливами воды. Редких и исчезающих видов птиц, занесенных в Красную книгу РК, на исследуемой территории встречается не менее 23 видов. Большинство из них здесь бывают только в период миграций. Фауна млекопитающих относительно обеднена и представлена 31 видом, среди которых 2 вида (хорь-перевязка и джейран), относятся к категории редких и исчезающих и занесены в Красную книгу РК.

Достаточно многообразна группа хищных млекопитающих (волк, корсак, лисица, ласка, степной хорек и др.).

В районе месторождения обнаружено около 30 видов кровососущих двукрылых (комары, слепни, мошки, мокрецы). Эти виды кровососов являются потенциальными переносчиками трансмиссивных заболеваний человека и животных, что создает реальную угрозу здоровью вахтовым рабочим и обслуживающему персоналу.

Отходы

Добыча и переработка нефти сопровождается образованием целого ряда отходов, которые могут представлять значительную опасность для ОС. К процессам образования отходов также относится хозяйственная деятельность предприятия.

К основным видам отходов, образующимся на объектах месторождения, согласно [2] относятся:

- сырая нефть, образуется при ее добыче, она жидкая, токсичный компонент – 40,0 %, класс опасности II;

- нефтешламы получают после зачистки резервуаров и технологических емкостей, они пастообразные, токсичный компонент - нефть 15,0 %, класс опасности III;

- замазученный грунт появляется в процессе добычи и переработки нефти, он твёрдый, класс опасности III.

При утечке водонефтяной эмульсии через неплотности фланцевых соединений и сальниковых уплотнений, а также при техобслуживании и ремонте скважин, отходами являются замазученный грунт, отходы технического обслуживания и ремонта (промасленная ветошь, металлолом).

В числе образующихся отходов при бурении скважин опасными являются буровой шлам и отработанный буровой раствор. Также при строительстве скважин образуются такие отходы, как отработанное минеральное масло, замазученный грунт, строительные отходы (преимущественно лесоматериалы), металлолом, бытовой мусор. Основная масса бытовых отходов имеет место в вахтовом поселке. Медицинские отходы появляются при функционировании Пункта неотложной помощи.

На территории месторождения действуют 2 Площадки для временного хранения и переработки отходов бурения. Обустройство площадок позволяет принимать все продукты бурения и промстоки с месторождения и их утилизировать (продукты бурения – смешивание с грунтом для закладки буровых площадок и, частично, строительства дорог, промстоки – испарение). Площадки также позволяют проводить операции по смешиванию с грунтом нефтезагрязненного материала. При поступлении грунта в карту смешивания сразу же проводятся работы по переработке. Аналогично перерабатывается и буровой шлам. После подготовки грунта периодически проводится отбор проб для химического анализа строительного материала.

Ежегодно Компания получает согласование Мангистауского ОТУООС на использование отходов бурения в качестве строительного материала. Для оценки влияния хранилища отходов на почвы и подземные воды ведутся наблюдения на мониторинговых скважинах, заложенных на площадках и границе СЗЗ.

На участке вахтового поселка, вдали от жилых помещений, расположена площадка для мусоросжигательной печи, мощность которой 100 кг отходов ТБО в смену. Не горючие ТБО и зола (образованная при сгорании ТБО) в мусоросжигательной печи вывозятся на городской полигон согласно контракту с ТОО «Коктем».

Металлолом и люминесцентные лампы сдаются на утилизацию.

Предприятие не имеет полигона для захоронения токсичных отходов, т.к. буровой шлам и замазученный грунт перерабатываются и утилизируются. Этот опыт имеет большое природоохранное значение и заслуживает внедрения на нефтяных месторождениях Казахстана.

Радиационная обстановка

Как показали результаты радиологического обследования, мощность экспозиционной дозы внешнего гамма-излучения на обследованных участках не превышает нормируемых показателей по Нормам радиационной опасности – НРБ 99 и КПр-96 (0,33 мкЗв/час), и соответствует естественному фону полуострова Бузачи. Концентраций радона практически не обнаружено. Содержание естественных радионуклидов, удельная эффективная активность в почве и растительности значительно ниже типичных диапазонов, а в стройматериалах (грунте, песке) ниже 370 Бк/кг, что соответствует I классу (использование стройматериалов без ограничений для любого вида строительства).

Выполненная комплексная оценка загрязнения окружающей среды [8] дала результат равный 2,99. Это говорит о безопасной степени загрязнения окружающей среды.

Социальные аспекты аудита

Для выявления общих закономерностей в развитии заболеваемости населения Мангистауской области, жителей Мангистауского и Тупкараганского районов и работников предприятия и возможной зависимости её от загрязнения окружающей среды в результате хозяйственной деятельности компании «Buzachi Operating Ltd.», проведен сравнительный анализ наиболее распространенных классов болезней среди данных групп населения. Структура наиболее распространённых классов болезней среди населения области в целом и отдельно по Мангистаускому и Тупкараганскому районам, компании «Buzachi Operating Ltd.» является неоднородной, что указывает на отсутствие заметного воздействия на состояние здоровья населения веществ, образующихся в результате деятельности нефтепромысла.

В результате обработки и анализа статистических медицинских данных можно сделать вывод, что количественной зависимости характеристик здоровья населения, проживающего в зоне возможного влияния вредных веществ, выделяемых в процессе деятельности нефтепромысла, не выявлено. Ежегодный рост заболеваемости (первичной и ЗВУТ) среди работников месторождения типичен для аналогичных предприятий республики и связан с неблагоприятными природно-климатическими условиями. В социальной сфере компания работает совместно с областной администрацией, акиматами Актау и Тупкараганского района. Реальная значимость ее деятельности выражена в росте трудовой занятости населения, повышении его квалификационного и образовательного уровня. В 2005 году затраченные Компанией средства на обучение казахстанского

персонала составили 1049,5 и на социальную сферу и местную инфраструктуру – 350 тыс. долларов США. Компания предоставляет своим работникам комплекс социальных льгот.

Экономическая деятельность Компании положительно отражается на социальных условиях региона, увеличивается занятость местного населения, благоустраиваются многие объекты и дороги.

Негативное воздействие на окружающую среду выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов, компенсируется природоохранными платежами.

Выводы

1. Производственная деятельность компании «Buzachi Operating Ltd.» осуществляется в рамках природоохранного законодательства РК. Постоянно увеличивается добыча нефти. При этом удельные выбросы ЗВ на тонну добытой нефти постоянно снижаются. Предприятие использует попутный газ, утилизирует очищенные сточные воды, отходы бурения и замазученный грунт. Негативное воздействие на окружающую среду выбросов и сбросов ЗВ и размещения отходов компенсируется природоохранными платежами. Природоохранная деятельность предприятия по результатам эколого-социального аудита оценивается как удовлетворительная.

2. Экономическая деятельность Компании положительно отражается на социальных условиях региона, увеличивается занятость местного населения, благоустраиваются многие объекты и дороги.

3. Проведенные исследования показали, что в настоящее время месторождение не влияет на море, локальный грунтовый поток направлен в сторону центральной части Большого сора, здесь происходит его разгрузка за счет испарения.

4. Следует обратить внимание на разработку охранных мер против кровососущих насекомых, переносчиков заболеваний человека и животных.

5. Необходим анализ структуры болезней органов дыхания и разработка профилактических мер к уменьшению данной патологии.

Предложения производству

Обратить внимание на своевременную разработку и согласование нормативных документов на природопользование с учетом развития производства.

Для постоянного контроля возможного взаимовлияния месторождения и моря необходимо организовать ежеквартальные наблюдения за

уровненным режимом и гидрохимическим составом грунтовых вод, включая содержание нефтепродуктов.

Передовой опыт

Метод временного хранения и переработки отходов бурения и замазученных грунтов, их смешивания с карьерными грунтами и утилизация при строительстве буровых площадок или дорог, заслуживает одобрения и широкого распространения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерохина О.Г. Особенности формирования, структура и факторы техногенной деградации почвенного покрова восточного побережья Каспийского моря // Научный журнал «Тера». – 2006. – № 1. – С. 131-138.
2. Классификатор токсичных промышленных отходов производства предприятий РК / РНД 03.0.02.01 – 96. – Алматы: Минэкобиоресурсов РК, 1996. – 151 с.
3. Колча Т.В. Экологические аспекты многолетних колебаний уровня воды Каспийского моря // Труды Международной научно-практической конференции «Перспективы устойчивости развития экосистем Прикаспийского региона». – Алматы, 2004. – С. 25-27.
4. Огарь Н.П., Стогова Л.Л. Растительность как индикатор техногенного опустынивания нефтедобывающих районов Прикаспия // Трансформация природных экосистем и их компонентов при опустынивании. – Алматы, «Наурыз» (НПО), Экологический исследовательский центр «ЭНВИРС», 1999. – С. 46-51.
5. Попов Ю.М., Ботамбеков Д.Н., Тажмагамбетов Е.А. К вопросу восстановления нарушенных почв на участках нефтедобычи Прикаспийского региона // Труды Международной научно-практической конференции «Перспективы устойчивости развития экосистем Прикаспийского региона». – Алматы, 2004. – С. 64-66.
6. Попов Ю.М., Данилов М.П. К вопросу разработки оценки воздействия на почвенно-растительный слой земель проектируемых объектов хозяйственной деятельности // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 1. – С. 159-168.
7. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 683 с.
8. Руководство по методам оценки и прогноза обеспечения экологической безопасности и устойчивости природной среды. РГП «Информа-

ционно-аналитический центр охраны окружающей среды». – Астана: МООС РК, 2004. – 32 с.

9. Снакин В.В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник. М.: Academia, 2000. – 384 с.
10. Экологический аудит месторождения Северные Бузачи / Главанный менеджер проекта ТОО «КАПЭ» В.А. Скольский. – Актау, 2003. – 236 с.
11. Отчёт о проведении эколого-социального аудита месторождения Северные Бузачи. Книга II. Современное экологическое состояние ОС контрактной территории / Главный менеджер проекта ТОО «Ecotera» В.Р. Кубаев. – Алматы, 2007. – 154 с.

ТОО «Ecotera»

СОЛТҮСТІК БУЗАЧИ КЕНІНІҢ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ҚАЗІРГІ КҮЙІ

Ауыл.-шар. ғылымд. канд.	Ю.М. Попов
	Р.А. Гаврилов
Г.-мин. ғылымд. канд.	М.М. Бураков
	Т.В. Колча
	В.Р. Кубаев
	Е.А.Тажмағамбетов

Солтүстік Бузачи кенінің экологиялық-социал аудитін жүргізу жөніндегі зертханалық және тәжірибиелік мәлеметтер бойынша, жұмыс және санитарлық-қорғаныс аймағында атмосфераның жерге жақын орналасқан қабатының күйіне, жер асты және сарқынды сулардың, биоресурстардың, радиация жағдайларына талдау сипаттамалары анықталды.